

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA. MINERA,
METALURGICA Y GEOGRAFICA**

UNIDAD DE POST GRADO

**“Tratamiento de residuos quimicos peligrosos
generados en los laboratorios de la Facultad de
Química e Ingeniería Química de la Universidad
Nacional Mayor de San Marcos”**

TESIS

para optar el Grado Académico de “Magister en Ciencias Ambientales, con
mención en Control de la Contaminación y Ordenamiento Ambiental”

AUTOR

Juan Edmundo Estrada Alarcon

ASESOR

Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

Lima – Perú

2011

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres Venancio y Pilar, quienes con su ejemplo y dedicación han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, los cuales me han ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

A mi esposa Sabina quien siempre me brindo palabras de aliento y comprensión. A mis hijas Rosario, Liseth y Stiffany quienes con su apoyo constante y amor me incentivaron a terminar todo aquello que me he propuesto.

AGRADECIMIENTO

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. Mis más sinceros agradecimientos están dirigido a mi asesor el Dr. Carlos Cabrera Carranza y al Ing. Cesar Vargas Poma por sus acentuados y valiosos aportes que permitieron culminar el trabajo.

INDICE

	Pág.
RESUMEN.	I
ABSTRACT.	II
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.	1
1.1. Situación Problemática.	1
1.2. Formulación del Problema.	1
1.2.1. Problema general	1
1.2.2. Problema específico 1	2
1.2.3. Problema específico 2.	2
1.2.4. Problema específico 3.	2
1.3. Justificación teórica	3
1.4. Justificación práctica.	4
1.5. Objetivos.	5
1.5.1. Objetivo General.	5
1.5.2. Objetivo específico 1.	5
1.5.3. Objetivo específico 2.	5
1.5.4. Objetivo específico 3.	6
1.6. Hipótesis	6
1.6.1. Hipótesis general	6
1.6.1.1. Variables e Indicadores	6
1.6.2. Primera hipótesis específica	7
1.6.3. Segunda hipótesis específica	7
1.6.4. Tercera hipótesis específica	8
1.6.5. Indicadores de las hipótesis específicas	8

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.	9
2.1. Marco Filosófico de la investigación.	9
2.1.1. Paradigma de la Protección ambiental	9
2.1.2. Paradigma del Eco desarrollo	9
2.2. Antecedentes de investigación.	10
2.3. Bases teóricas.	12
2.4. Glosario de términos	20
2.5. Marco Legal	22
 CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	 25
3.1. Nivel y Diseño de la Investigación	25
3.2. Ubicación y Ámbito de Estudio	25
3.3. Personal, materiales, equipos y reactivos	27
3.4. Procedimientos	28
3.4.1. Preparación de poza de tratamiento impermeabilizado	28
3.4.2. Acondicionamiento de zonas de trabajo	29
3.5. Proceso operativo	30
3.5.1. Diagrama de flujo del proceso operativo	30
3.5.2. Descripción general del proceso operativo	31
3.5.3. Descripción detallada del proceso operativo	33
3.5.3.1. Recolección de residuos peligrosos	33
3.5.3.2. Traslado y almacenamiento en planta de tratamiento	33
3.5.3.3. Caracterización en planta	33
3.5.3.4. Ensayos	34
3.5.3.5. Tratamiento físico-químico	34
3.5.3.6. Encapsulado	36
3.5.3.7. Seguimiento y medición	37
3.5.3.8. Análisis de procesos	40

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados	48
4.1.1. Evaluación de aspectos ambientales y determinación de Significancias	55
4.1.2. Aplicada al tratamiento físico-químico y al encapsulado de los residuos de los laboratorios	59
4.1.3. Aplicada a la identificación de peligros, evaluación de riesgos Y controles, y el análisis del impacto al medio ambiente	63
4.2. Pruebas de Hipótesis	63
4.2.1. Hipótesis general	64
4.2.2. Primera Hipótesis específica	64
4.2.3. Segunda Hipótesis específica	64
4.2.4. Tercera Hipótesis específica	65
CONCLUSIONES.	66
RECOMENDACIONES.	68
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	70
ANEXOS.	72

RESUMEN

Las organizaciones socialmente responsables se vuelven gestadoras de sus propios residuos, los reciclan, los inactivan y ellos mismos no los generan, los procesan realizando tratamientos físicos – químicos o encapsulan y los desechan como residuos sólidos inofensivos a los rellenos comunes.

La acumulación incontrolada de los residuos tóxicos de los laboratorios conlleva importantes problemas medio ambientales y de seguridad e higiene para todo el personal. Debido a ello debe existir un sistema que permita la correcta gestión de los desechos químicos peligrosos generados en los laboratorios.

Este trabajo de investigación estudió los factores que intervienen en el tratamiento y disposición final de los residuos tóxicos generados en los laboratorios de la Facultad de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Para ello se han considerado variables como el grado de peligrosidad, el grado de toxicidad y emisiones. Se caracterizaron, proponiendo métodos de tratamiento de los residuos tóxicos para la correcta interpretación de los resultados, se midieron otras variables de interés, como el análisis del impacto al medioambiente como resultado de los procedimientos para el tratamiento, asimismo se obtuvieron los resultados de los análisis para la Identificación de peligros y se evaluaron los riesgos para cada actividad realizada.

También se propuso ensayos que permiten interpretar los fenómenos que tienen lugar cuando los encapsulados e inertizados están expuestos a la acción del agua.

Los resultados obtenidos nos permitieron desarrollar, en primer lugar, un modelo para el tratamiento de los residuos de laboratorio. Este modelo, junto con los ensayos propuestos, es la base de una metodología para el tratamiento de los residuos tóxicos de los laboratorios. En segundo lugar, se

desarrolló un modelo para la identificación de los impactos medioambientales y de los peligros y riesgos.

En conclusión, los resultados obtenidos tienen una utilidad inmediata en la gestión de los residuos peligrosos de los laboratorios de química así como el diseño de sistemas de control.

Palabras Claves: Residuos Peligrosos, Residuos Tóxicos, Residuos Corrosivos, Caracterización, Emisiones.

ABSTRACT

Organizations become socially responsible management of their own waste, recycle, inactivate them and themselves generate, process by physical treatments - chemical or encapsulated and disposed of as solid waste landfills harmless common.

Uncontrolled accumulation of toxic waste from laboratories has significant environmental problems and safety and hygiene for all staff. Because this must be a system to allow proper management of hazardous chemical wastes generated in laboratories.

This work of investigation studied the factors that intervene in the treatment and final disposition of the toxic residues generated in the laboratories of the Faculty of Chemistry and Chemical Engineering the Mayor National University of San Marcos. This has been considered variables such as degree of hazard, the degree of toxicity or emissions. Have been characterized, suggesting methods of treatment of toxic waste for proper interpretation of the results, we have measured other variables of interest, such as analyzing the impact on the environment as a result of the procedures for the treatment and the same results are obtained analysis for identifying hazards and assessing risks for each activity performed. Trials have also been proposed to interpret the phenomena that occur when encapsulated and inerted are exposed to the action of water. The results have allowed to develop, first, a model for the treatment of laboratory waste. This model, together with the proposed tests are based on a methodology for the treatment of toxic waste from laboratories. In second place, we have developed a model for identifying environmental impacts and hazards and risks.

In conclusion, the obtained results have an immediate usefulness in the management of the dangerous residues of the laboratories of chemistry as well as the system design of control.

Key words: Dangerous Residues, Toxic Residues, Corrosive Residues, Characterization, Emission.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática.

La docencia e investigación desarrolladas en el ámbito universitario implican necesariamente la producción de residuos peligrosos, asimismo se generan residuos de estas características como consecuencia del propio mantenimiento de las instalaciones e infraestructuras de la universidad. Es por ello que la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, de acuerdo a la legislación vigente de aplicación, debe gestionar adecuadamente dichos residuos.

La gestión de los residuos es una parte importante de la gestión ambiental, aunque no es la única. El control de las emisiones atmosféricas, los vertidos a la red de saneamiento, las actividades potencialmente contaminantes del suelo, el consumo de materiales y recursos naturales, etc., son cuestiones igual de importantes, si bien es cierto que la sinergia existente entre ellas hace que mejorando alguno de los vectores puedan obtenerse beneficios apreciables en los otros.

1.2. Formulación del Problema.

1.2.1. Problema general.

¿Qué se debe hacer con la acumulación de residuos químicos tóxicos peligrosos en la facultad de química e ingeniería química?

En los últimos años ha surgido una gran preocupación respecto a los residuos químicos peligrosos en las instituciones educativas, como la Facultad de Química e Ingeniería Química (FQIQ) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), por la acumulación de residuos químicos y los efectos en la salud de la comunidad universitaria; por la incorrecta gestión de dichos residuos.

1.2.2. Problema específico 1.

¿Es posible la gestión y manejo de los residuos tóxicos peligrosos de laboratorio?

No hay un proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo tóxico peligroso, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.

1.2.3. Problema específico 2.

¿Cuál es la metodología más idónea para minimizar la peligrosidad de los residuos de laboratorio?

El objeto de este trabajo es doble: por un lado, exponer de forma clara la problemática que suponen las características específicas de una entidad como la universidad en la gestión de residuos, por otro lado presentar las soluciones que se pueden adoptar y establecer las oportunidades de mejora.

1.2.4. Problema específico 3.

¿Es posible implementar las normas ISO para el control operacional, control de la producción, la identificación de peligros, la evaluación de

los riesgos y el impacto al medio ambiente? La acumulación de residuos tóxicos peligrosos en los laboratorios produce notables peligros, riesgos e impacto ambiental.

1.3. Justificación Teórica.

El establecimiento de una metodología para el desarrollo de la gestión y manejo de residuos peligrosos de los laboratorios supone un desafío para la universidad dadas las particularidades de la institución pública. Sin embargo, los verdaderos retos a los que se enfrenta la Universidad en relación a la gestión de residuos peligrosos son, entre otros:

- Identificación de los generadores.- En cuanto a la identificación de los productores de residuos peligrosos estos son diversos y no están obligados a formar parte de ningún registro dentro de la universidad.
- Diversidad de residuos peligrosos.- Por lo que respecta a la clasificación de los residuos generados la dificultad estriba en la infinita variedad de residuos que se pueden generar, ya que la libertad de cátedra permite al personal docente e investigador dirigir su actividad al ámbito que desee.
- Heterogeneidad en la frecuencia de generación y en las cantidades generadas.- En relación a la frecuencia de generación y las cantidades generadas, se da la circunstancia de que son numerosas las unidades que diariamente generan pequeñas cantidades de residuos, aunque no por ello menos peligrosas.
- Problemática del almacenamiento centralizado.- Las razones por las cuales no se dispone entre las infraestructuras actuales de la FQIQ (UNMSM) de almacenes centralizados son, entre otras: la necesidad de un espacio físico específico, adecuado y seguro, así como la necesidad de disponer de personal especializado que

tenga entre sus funciones el traslado desde los puntos de generación hasta el almacén.

- Elevado número de personal a formar y sensibilizar.- La correcta segregación de los residuos tóxicos peligrosos corresponde a los generadores de los mismos, y es aquí donde se hace patente el elevado número de miembros que forman parte de la comunidad universitaria y que, por tanto, deben ser formados y sensibilizados en la materia.
- Selección del tipo de envase y su etiquetado para el transporte.- Cada generador debe disponer del material necesario para el correcto envasado y etiquetado de los distintos residuos de acuerdo a los grupos establecidos.

1.4. Justificación Práctica.

Un manejo y disposición responsable de los residuos químicos tóxicos peligrosos, es esencial para la seguridad y salud del personal de la universidad, por lo tanto, resulta imperativa la gestión de los residuos químicos de una manera segura, eficiente, legal y a costo adecuado.

El presente estudio en su conjunto, orientará correctamente la administración y manejo de los desechos químicos peligrosos generados en los laboratorios de la Facultad de Química e Ingeniería Química y la posibilidad de atender las de otras facultades de la U.N.M.S.M.

El manejo de los residuos químicos peligrosos incluye los procesos de recolección, almacenamiento, reciclaje, minimización, tratamiento, transporte y disposición en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. Actualmente, los países industrializados

tienden a promover la minimización y reciclaje de los residuos peligrosos como la opción desde el punto de vista ambiental.

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general

El principal objetivo de este trabajo es plantear una alternativa segura de solución al problema de la gestión y manejo de residuos químicos peligrosos generados en los Laboratorios de la Facultad de Química e Ingeniería Química de la UNMSM, elaborando un proyecto de tratamiento para minimizar la peligrosidad, toxicidad y su disposición final en relleno.

1.5.2. Objetivo específico 1.

Determinar y realizar la actividad técnica operativa de residuos que involucre manipuleo, transporte, tratamiento físico-químico y disposición final.

1.5.3. Objetivo específico 2.

Determinar y realizar la actividad técnica operativa que involucre manipuleo, caracterización de los residuos tóxicos peligrosos, su encapsulado en concreto y disposición final.

1.5.4. Objetivo específico 3.

Implementar las normas 4.4.6 control operacional de los ISO 14001 y 18001, así como la norma 7.5.1 control de la producción y dla prestación del servicio del ISO 9001, para las operaciones de manipulación y tratamiento de los residuos tóxicos peligrosos, así mismo las normas ISO, para la identificación de peligros, la evaluación de los riesgos y el impacto al medio ambiente.

1.6. Hipótesis.

1.6.1. Hipótesis general.

Es posible realizar el tratamiento y disposición final de los residuos acumulados en los almacenes de los laboratorios de la facultad de química e ingeniería química minimizando el grado de peligrosidad, el grado de toxicidad, las emisiones peligrosas y su disposición final.

Es posible realizar toda actividad técnica operativa de residuos de laboratorio que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.

1.6.1.1. Variables e Indicadores.

- **Variable Independiente:** Los generadores de los residuos tóxicos que en este caso están constituidos por los laboratorios de química e ingeniería química.

- **Variable dependiente:** Los residuos tóxicos peligrosos acumulados en los almacenes generados por los laboratorios de química e ingeniería química.
- **Indicadores:** Cantidad de residuos tóxicos peligrosos en los laboratorios y niveles de emisiones en los laboratorios por los residuos acumulados.

1.6.2. Primera hipótesis específica .

Hay residuos tóxicos peligrosos generados en los laboratorios de la FQIQ que pueden ser minimizados en su toxicidad mediante el tratamiento físico-químico que involucra la neutralización, reacción de oxido-reducción, la estabilización y solidificación, para posteriormente realizar su disposición final en relleno.

- **Variable dependiente:** Minimización de la toxicidad de los residuos de laboratorio mediante el tratamiento físico-químico.

1.6.3. Segunda hipótesis específica .

Los residuos que por su toxicidad y peligrosidad no pueden ser tratados por el método físico-químico, como los pesticidas, residuos orgánicos, inorgánicos muy tóxicos o venenosos como los fosforados, cianuros, arsénicos y otros no identificados, pueden ser encapsulados en concreto y ser dispuestos en relleno.

- **Variable dependiente:** Minimizar la peligrosidad y la toxicidad mediante el encapsulado en concreto de residuos de laboratorio.

1.6.4. Tercera hipótesis específica .

Es posible la identificación de los peligros, la evaluación de los riesgos, la implementación de las medidas de control que sean necesarias.y el análisis del impacto al medioambiente como consecuencia de las actividades para el tratamiento de los residuos de los laboratorios.

- **Variable dependiente:** identificación de los peligros, la evaluación de los riesgos y el análisis del impacto al medioambiente.

1.6.5. Indicadores de las hipótesis específicas.

- **De las hipótesis específicas 1a y 2a:** pH y Conductividad tomados en los ensayos de los residuos tóxicos peligrosos solidificados y encapsulados.

- **De las hipótesis específicas 3a:**

Para la evaluación de los riesgos: la severidad, la probabilidad y la exposición.

Para el impacto al medio ambiente: Frecuencia, severidad y magnitud.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico de la Investigación.

2.1.1. Paradigma de la Protección ambiental

Esta actitud se centra en la reparación de los daños, sin fijarse en la prevención. Desde la perspectiva económica, la ecología es una externalidad, y los niveles óptimos de contaminación se definen por su aceptación económica de corto plazo (y en consecuencia por consideraciones políticas) y no por los requisitos necesarios para mantener la resistencia del ecosistema. Los enfoques reguladores de comando y control tratan de alcanzar estos niveles. Las evaluaciones de impacto ambiental se hacen después del diseño del proyecto. Los organismos gubernamentales no son responsables de la planeación de actividades no contaminantes. Los gobernantes consideran que las preocupaciones ambientales son elitistas y corresponden a países desarrollados.

2.1.2. Paradigma del Eco desarrollo

Este enfoque trata de reestructurar la relación entre sociedad y naturaleza en un juego de suma positiva mediante la reorganización de las actividades humanas para crear sinergia con los servicios de los ecosistemas. La “ecologización” de la economía implica redefinir

el concepto de eficiencia para incluir procesos que imitan a los procesos de los ecosistemas. Es rentable la prevención de la

10

contaminación. Tomando como base el conflicto que existe entre los valores antropocéntricos y los biocéntricos, el eco desarrollo busca sintetizar el eco centrismo, rehusándose a colocar a la humanidad por encima o por debajo de la naturaleza

2.2. Antecedentes de Investigación.

A nivel nacional, no se conocen estudios al respecto. Un país más cercano en donde se han realizado estudios similares al planteado, es Cuba, La revista Cubana de Química, vol. VII, Nº 3, 2005, Publica “Propuesta de programa para la gestión de residuos tóxicos generados por reactivos químicos caducos y ociosos en la UC”, Autores: Escobar Vásquez, Jeanette, Águila Hernandez, Idalia. El objetivo es, desarrollar un programa que permita gestionar los productos químicos ociosos y caducos para evitar acumulación de residuos tóxicos generados por esta vía en la UC.

En resumen, el trabajo trata en clasificar los residuos a eliminar, sin que puedan ser objeto de operaciones que lleven a recuperarlos, reciclarlos, reutilizarlos o bien utilizarlos para usos alternativos.

La Universidad Nacional del Nordeste Argentina, en su revista de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2004, publica. “Gestión y manejo de residuos químicos en el laboratorio: una manera de prevenir la contaminación del medio ambiente”. Autores: Osicka, Rosa M. Benítez, Mónica E. Giménez, María C. El objetivo era crear conciencia en los alumnos sobre el destino que deberían darse a los residuos químicos generados en sus ámbitos de trabajo e inducir cambios de actitud en toda la comunidad universitaria implementando un manual que contribuya a la reflexión para la gestión de residuos químicos en los laboratorios.

En conclusión, el trabajo pretende mostrar la planificación de un proyecto a realizar en el laboratorio, con los alumnos de la cátedra de

11

Química Analítica I, que tiene por finalidad confeccionar un manual que contenga los tratamientos básicos y la disposición final que se deberían dar a los residuos químicos generados en el mismo, y en donde, además, figuren las sugerencias y recomendaciones más adecuadas para su aplicación en las prácticas áulicas.

La Universidad de Concepción¹⁰ – Chile, en el mes de Diciembre de 1998, publica un “Reglamento de manejo de residuos peligrosos”. Autores: Facultades y organismos involucrados. El objetivo es que, La Empresa o Institución creará, mantendrá y mejorará un ambiente seguro y saludable para todos los individuos relacionados con la Institución, incluyendo empleados y visitas. El proyecto FONDEF D97F1066 “Infraestructura de gestión integral de sustancias químicas y residuos tóxicos” de la Universidad de Concepción ha preparado esta guía para asistir al personal de los laboratorios de la universidad, de empresas e instituciones en la adecuada disposición de residuos químicos de acuerdo a las regulaciones para residuos peligrosos de Chile. Además esta guía asiste al personal de los laboratorios en la reducción de residuos químicos peligrosos para la prevención de la contaminación

La disposición final de residuos químicos peligrosos en la Facultad de Química e Ingeniería Química de la U.N.M.S.M. no se está efectuando de manera adecuada. Esto se observa en la cantidad de residuos (casi la totalidad) que se están acumulando en los diferentes almacenes, de los que se generan emisiones. La situación es más crítica aún si se conoce que no se cuentan con espacios adecuados, debido fundamentalmente a que los costos por el tratamiento y destrucción de estos residuos son demasiado altos, y difícilmente pueden ser cubiertos por el generador.

¹⁰ Universidad de Concepción. Reglamento de manejo de residuos peligrosos concepción, Chile.
Universidades de concepción: 1998.

El manejo de los residuos químicos peligrosos incluye los procesos de recolección, almacenamiento, reciclaje, minimización, tratamiento, transporte y disposición. Actualmente, los países industrializados tienden a promover la minimización y reciclaje de los residuos peligrosos como la opción desde el punto de vista ambiental.

2.3. Bases Teóricas.

En el caso de los residuos químicos peligrosos, estos se generan en la fase final del ciclo de vida de los materiales peligrosos, cuando quienes las poseen las desechan porque ya no tienen interés en seguirlos aprovechando. Es decir, se generan al desechar productos de consumo que contienen materiales peligrosos, al eliminar envases contaminados con ellos.

Un residuo es todo material (sólido, líquido, gas o sus mezclas) que no tiene ni utilidad ni valor para su poseedor y que le plantea la necesidad de desprenderse de él, al menor costo posible. Los residuos son el resultado de la incapacidad tecnológica para utilizar provechosamente la totalidad de la materia y energía requerida en los procesos productivos, y evidencia que los recursos han sido utilizados en forma incompleta, ineficiente e inefectiva

Existe una gran variedad de residuos peligrosos generados por la industria manufacturera, minera, petrolera y en el sector salud, los residuos hospitalarios que presentan diversas características y niveles de peligrosidad. Aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así

como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

13

En los laboratorios universitarios donde se realizan prácticas de química o actividades de investigación, se manejan una cantidad de productos y se efectúan diversas prácticas que conllevan a la generación de residuos que en la mayoría de los casos son peligrosos para la salud y el medio ambiente.

Las adecuadas condiciones de trabajo en el laboratorio incluyen el control, tratamiento y eliminación de los residuos generados en el mismo, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio. La gestión de residuos en los laboratorios universitarios donde se realiza docencia e investigación debe considerar: las actividades humanas y los residuos químicos generados; los residuos habituales en los laboratorios químicos; la minimización, eliminación y reducción de los residuos generados, almacenados o descargados; y el almacenamiento y tratamiento de los residuos químicos peligrosos.

a) Sistemas de tratamiento de residuos químicos peligrosos.-

Existe un gran número de tratamientos químicos, físicos y biológicos a las que se pueden someter los residuos químicos tóxicos y peligrosos, cuya finalidad se dirige básicamente a la recuperación de recursos (materiales y energéticos), la detoxificación, y la reducción de volumen previa a su disposición en tierra. Entre ellos tenemos:

Solidificación o procesos de fijación. Estos procesos convierten al residuo en un material insoluble de características de roca dura, y se efectúan generalmente previo a la disposición de vertederos. La conversión se logra mezclando el residuo con diferentes reactivos que producen un producto tipo cemento.

el Asbesto que forma una clase de las fibras naturales hidratadas de silicatos, y que aún es utilizado y que provoca enfermedades ocupacionales como asbestosis y cáncer al pulmón, se debe disponer

con mucha precaución en bolsas selladas de polietileno o en bloques de cemento.

14

Procesamiento de borras. Una gran cantidad de residuos industriales contienen importantes cantidades de agua. Por lo tanto la masa de residuo que requiere una disposición última puede reducirse sustancialmente eliminando agua en forma eficiente. A menudo esto se puede lograr en lagunas, lechos de secado, filtros al vacío o filtros prensa, centrifugas, etc. También se puede proceder previo a la extracción del agua a un proceso de espesamiento, que se logra en forma gravitacional o también a través de procesos biológicos o por medio del uso de productos químicos como cal.

Los ensayos también han sido propuestos para interpretar los fenómenos que se producen cuando se encapsula y inertes están expuestos a la acción del agua. Los resultados han permitido desarrollarse por primera vez, un modelo para el tratamiento de residuos de laboratorio. Este modelo, junto con las pruebas propuestas se basan en una metodología para el tratamiento de los residuos tóxicos de los laboratorios. En segundo lugar, hemos desarrollado un modelo para la identificación de los impactos ambientales y los peligros y riesgos.

- **Oxidación química.**

Como ejemplo de oxidación química se puede mencionar el caso del Cianuro el cual es un residuo venenoso que se puede presentar en soluciones líquidas o en forma sólida. Debido a que los residuos con cianuro se pueden transformar fácilmente en productos no tóxicos, existe poca necesidad de verterlos en depósitos o vertederos. Los residuos acuosos de cianuros que se producen en tratamiento de metales, incluyendo borras, se pueden tratar por oxidación química con una solución alcalina con cloro o hipoclorito.

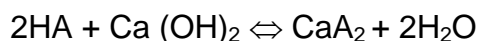
- **Reducción química.**

El ácido crómico es un material corrosivo y altamente tóxico usado profusamente en el tratamiento de superficies de metales y en el cromado de metales. Se puede reducir químicamente a un estado relativamente no tóxico de Cromo (III). Diferentes productos químicos pueden servir como agentes reductores, incluyendo; Dióxido de Azufre (SO_2), sales de sulfito (SO_3^{-2}), sales de bisulfito (HSO_3^-) y sales ferrosas (Fe^{+2}).

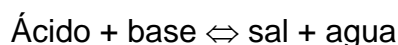
- **Neutralización.**

Las soluciones acuosas de ácidos minerales se producen en grandes cantidades a partir de industrias químicas. Muchas provienen del tratamiento de metales y contienen metales tales como hierro, zinc, cobre, bario, níquel, cromo, cadmio, estaño y plomo. Estos ácidos son extremadamente corrosivos pero pueden ser neutralizados, y usualmente se utiliza Cal como el álcali menos costoso en operaciones a gran escala. Las soluciones alcalinas también se producen en la industria química, pero su composición varía más que en el caso de los ácidos y esto hace su recuperación más difícil. Los residuos alcalinos también vienen de la refinación del petróleo, fabricación de pinturas y limpieza especiales. Aparte de sólidos como arcillas, catalizadores, hidróxidos metálicos, también pueden estar presentes fenolatos, naftenatos, sulfonatos, cianuros, metales pesados, grasas, aceites, resinas naturales y sintéticas, etc. De estos residuos actualmente solo se pueden recuperar los metales. Como soluciones ácidas se pueden usar ácido sulfúrico y ácido clorhídrico. El ácido sulfúrico forma precipitados más insolubles y genera más residuos que el ácido clorhídrico.

Se llevará a cabo en dos envases de mezcla. En el primero de ellos se añadirá la base mientras que en el segundo se utilizará para duplicar el tiempo de residencia de la reacción, que de forma general puede representarse por:



O lo que es lo mismo:



- **Inertizado.**

La inertización es un tratamiento utilizado ampliamente en la gestión de residuos peligrosos que engloba dos procesos:

1. La estabilización del residuo. Se trata de un proceso que utiliza una serie de reactivos para reducir la naturaleza peligrosa del residuo, minimizando la velocidad de migración de los contaminantes al medio ambiente y reduciendo la toxicidad de sus componentes.

2. La solidificación del residuo. Se describe como el proceso de adición de reactivos con el fin de solidificar el residuo, aumentando su resistencia y disminuyendo la compresibilidad y la permeabilidad del mismo

b) Efectos de los contaminantes de los residuos químicos peligrosos.-

en el suelo, la contaminación por residuos peligrosos tiene como principales efectos la degradación del terreno y la pérdida de usos (agrícolas, ocio, vivienda..). El daño también alcanza al agua, a la

atmosfera, a la cadena alimentaria y al hombre. El arrastre y la solución de los contaminantes en las aguas superficiales pueden hacerlas inservibles para el consumo, baño, riego y la propia vida acuática; y la lixiviación e infiltración afecta a las aguas subterráneas. Las emisiones de vapores y de polvo a la atmosfera reducen la calidad del aire y producen deposiciones remotas que dañan bosques, aguas y otros suelos. A la cadena trófica pasan por la absorción vegetal y la ingestión animal, contaminando alimentos, dañando cosechas e intoxicando a la fauna. Por último, bien a través del alimento, bien por inhalación o contacto, llegan al hombre, afectando a la calidad de vida y con el riesgo de provocar intoxicaciones y enfermedades.

La clasificación de un producto o agente químico se realiza al asignar al mismo uno o varias de las características de peligrosidad propias de los productos químicos, para ello se deben clasificar los riesgos que pueden tener y más tarde evaluar la magnitud de los mismos.

También se producen en la industria química, pero su composición varia más que en el caso de los ácidos y esto hace su recuperación más difícil. Los residuos alcalinos también vienen de la refinación del petróleo, fabricación de pinturas y limpieza especiales. A parte de sólidos como arcillas, catalizadores, hidróxidos metálicos, también pueden estar presentes fenolatos, naftetanos, sulfonatos, cianuros, metales pesados, grasas, aceites, resinas naturales y sintéticas, etc. De estos residuos actualmente solo se pueden recuperar los metales. Como soluciones acidas se pueden usar acido sulfúrico y acido clorhídrico. El acido sulfúrico forma precipitados mas insolubles y genera más residuos que el acido clorhídrico.

Separación de aceites y agua. Una gran cantidad de residuos de este tipo se descargan constantemente. Algunos residuos que contienen productos orgánicos, pueden ser eliminados por incineración después de separarlos del agua, otros contienen productos cancerígenos (aceites lubricantes) y pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas. Sin embargo el tratamiento de residuos de aceites y petróleos no es fácil, especialmente si se forman emulsiones las que necesitan bastante tratamiento para ser separadas (Ej: tratamiento de emulsiones con sulfato de aluminio, con una borra de cal para formar los floculos que absorben el aceite que puede ser posteriormente quemado). En muchos casos es posible la recuperación de los aceites, como en el caso de emulsiones de grasas en la industria de alimentos, donde se liberan las grasas y se pueden quemar o reutilizar. También es posible que algunos suelos descompongan materiales aceitosos en sustancias no dañinas, así como también el tratamiento biológico es un método adecuado siempre que no contenga metales pesados.

Recuperación de solventes y combustibles. Los solventes combustibles orgánicos son frecuentemente tóxicos y sus vapores cuando se mezclan con aire pueden ser explosivos. Este tipo de residuos es generalmente recuperable y si no es así, se usa la combustión como el mejor método de disposición. Solventes orgánicos no combustible incluyen las borras aceitosas, borras con grasas de agentes desengrasantes y removedores de pinturas del tipo hidrocarburos clorinados, los cuales son latamente tóxicos. Aunque sean incombustibles, se pueden incinerar a altas temperatura usando petróleo diesel u otro combustible auxiliar con la precaución de usar absorbedores para remover el ácido clorhídrico formado.

Existen diferentes categorías de peligrosidad, y son: explosivos, comburentes, inflamables, tóxicos, nocivos, corrosivos, irritantes, sensibilizantes, carcinogénicos (cancerígenos), teratogénicos, mutagénicos, tóxicos para la reproducción y tóxicos para el medio ambiente.

Estas características de peligrosidad se agrupan en 4 apartados en función de sus propiedades de la siguiente manera:

1.- Por sus propiedades físico-químicas.

- Explosivos
- Comburentes
- Inflamables dentro de los cuales: fácilmente inflamables y extremadamente inflamables

2.- Por sus propiedades toxicológicas.

- Tóxicos
- Muy tóxicos
- Nocivos
- Irritantes
- Sensibilizantes

3.- Por sus efectos sobre la salud humana.

- Carcinogénicos o cancerígenos
- Mutagénicos
- Teratogénicos
- Tóxicos para la reproducción

4.- Por sus efectos en el medio ambiente.

- Los peligrosos para el medio ambiente

Peligrosos para la reproducción: sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, aumentar su frecuencia o afectar negativamente a la capacidad reproductora.

Tóxicos para el medio ambiente: sustancias o preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.

2.4. Glosario de términos

- **Corrosividad (EPA, 1980)**

Un residuo es corrosivo si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- a) Ser acuoso y tener un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12. y;
- b) Ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor que 6.35 mm al año a una temperatura de 55°C, de acuerdo con el método NACE ¹ o equivalente.

- **Reactividad (EPA, 1980)**

Un residuo es reactivo si muestra una de las siguientes propiedades

- a) Ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar;
- b) Reaccionar violentamente con agua;

¹ (National Association Corrosion Engineers), Standard TM-01-692

- c) Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua;

21

- d) Poseer, entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción, libere gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente;
- e) Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.

- **Explosividad (EPA, 1980)**

Un residuo es explosivo si presenta una de las siguientes propiedades:

- a) Formar mezclas potencialmente explosivas con el agua;
- b) Ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y 1 atm;
- c) Ser una sustancia fabricada con el objetivo de producir una explosión o efecto pirotécnico.

- **Toxicidad: (PNUMA, 1989)**

Un residuo es tóxico si tiene el potencial de causar la muerte, lesiones graves, o efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingiere, inhala o si entra en contacto con la piel.

La definición de toxicidad es cualitativa y tiene como propósito evitar la necesidad de equipos analíticos de laboratorio altamente sofisticados para la clasificación de los residuos. Sin embargo, se

debe tener en cuenta que una definición más exacta requiere la utilización de límites cuantitativos de contenido de sustancias tóxicas o el uso de definiciones que establecen LC_{50} (concentración letal media que mata al 50 % de los organismos de laboratorio) tales como las que se usan en Estados Unidos (EPA, 1980) o en el Estado de Sao Paulo, Brasil (CETESB, 1985).

- **Inflamabilidad. (EPA, 1980)**

Un residuo es inflamable si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- a) Ser líquido y tener un punto de inflamación inferior a 60°C, conforme el método del ASIM-D93-79 o el método ASTM-D-3278-78 (de la American Society for Testing and Material), con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24% de alcohol en volumen;
- b) No ser líquido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25°C y 1 atm, producir fuego por acción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y, cuando se inflama, quemar vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego;
- c) Ser un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.

- **Patogenicidad (CETESB, 1985)**

Un residuo es patógeno si contiene microorganismos o toxinas capaces de producir enfermedades. No se incluyen en esta

definición a los residuos sólidos o líquidos domiciliarios o aquellos generados en el tratamiento de efluentes domésticos.

23

2.4. Marco Legal

- El Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM de 23 de mayo del 2009, en el Eje de Política 2. En el capítulo 5. SUSTANCIAS QUIMICAS Y MATERIALES PELIGROSOS, y en sus Lineamientos de Política. c. dice: “Asegurar que las sustancias y materiales peligrosos, que por distintos razones deben ser conducidos a disposición final, serán manejados de manera ambientalmente razonable y adecuada”.

En su Lineamiento de política d. dice: “Difundir las buenas prácticas en el manejo de sustancias químicas, materiales peligrosos y promover la adopción de criterios de control de riesgo durante su uso y disposición final”

- El Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos N°27314¹³, en su Sección IV, Título IV, capítulo I Artículo 54°.- (Minimización y reaprovechamiento) menciona que el generador aplicará estrategias de minimización o reaprovechamiento de residuos, las cuales estarán consignadas en su respectivo plan de manejo de residuos, las que serán promovidas por las autoridades sectoriales y municipalidades provinciales.

El Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 en su Sección IV (disposición final), Título IV, capítulo II (minimización de residuos sólidos), Artículo 60° (Objeto de la minimización) dice que la minimización tiene por objeto reducir la generación de residuos y atenuar o eliminar su peligrosidad. La minimización es una estrategia que se realiza de modo planificado y compatibilizado con el plan de manejo de residuos, aplicado antes, durante y después del proceso productivo, como parte del plan de manejo ambiental del generador, siendo de su exclusiva responsabilidad.

- El Ministerio del Ambiente en el DS 012 2009 (Política Nacional del Ambiente) menciona en el Eje de Política 2 (Gestión Integral de la Calidad Ambiental), 5. Sustancias químicas y materiales peligrosos,
- Lineamientos de política, inciso b) Promover la prevención y control de los riesgos ambientales asociados al uso, manejo y disposición final de sustancias químicas y materiales peligrosos.
- La Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 menciona en su Artículo 20° (Salud ocupacional) que los generadores y operadores de los sistemas de manejo de residuos sólidos deberán contar con las condiciones de trabajo necesarias para salvaguardar su salud y la de terceros, durante el desarrollo de las actividades que realizan, debiendo entre otros, contar con los equipos, vestimenta, instalaciones sanitarias y capacitación que fueren necesarios.
- Ley General del Ambiente N° 28611, Título II (De los sujetos de la gestión Ambiental), Capítulo 3 (Población y Ambiente), Artículo 76° (De los sistemas de gestión ambiental y mejora continua), menciona que el Estado promueve que los titulares de operaciones adopten sistemas de gestión ambiental acordes con la naturaleza y magnitud de sus operaciones, con la finalidad de impulsar la mejora continua de sus niveles de desempeño ambiental.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1. Nivel y Diseño de Investigación.

El Nivel de Investigación es Aplicativo, porque se plantea resolver el problema cotidiano de los residuos presente en los laboratorios de química, utilizando los conocimientos adquiridos por nuestro interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos.

El diseño experimental nos permite el control de todas las variables, permitiendo así el establecimiento de relaciones causales. Es decir la toxicidad o peligrosidad, de los residuos de los laboratorios, tienen relación causal al grado u ocurrencia de la gestión y manejo de ellos.

En esencia, someterán el objeto de estudio a la influencia de las variables en condiciones controladas y conocidas y tendrán información de la actividad realizada.

3.2. Ubicación y ámbito del estudio.

La ubicación y el ámbito de estudio comprenden, los almacenes de los laboratorios de química de la facultad de química e ingeniería química de la UNMSM, en la Figura 1 está marcado en azul.

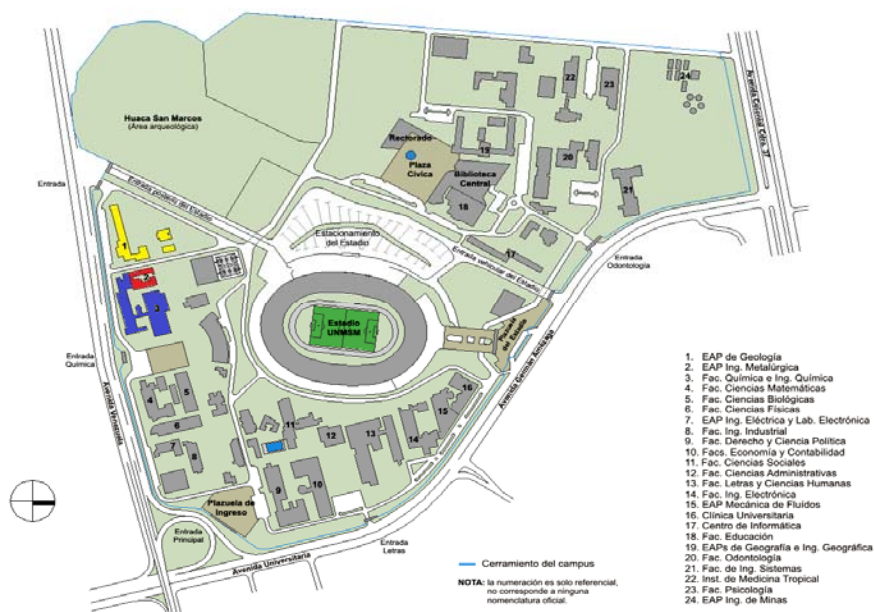


Figura 1. Ubicación de la FQIQ (3 en azul) en la ciudad universitaria de la UNMSM.

Fotos de almacenes de los laboratorios:



1. FQIQ, UNMSM



2. Almacén de lab. De Q.O



3. Almacén de



USAQ



4. Residuos en depósito 5. Almacén de lab. Q.I

3.3. Personal, materiales, equipos y reactivos

3.3.1. Personal.

- Dos operarios y un supervisor.

3.3.2. Materiales y herramientas

- Probeta de 100 mL
- Buretas de 50 mL
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Vasos de precipitado de 100 y 250 mL
- Respirador de 2 vías MC
- Lentes contraimpactos
- Guantes de Nitrilo y Neopren
- Botas
- Mameluco Tybek
- Lampa
- Pico
- Barreta
- Plástico retráctil
- Moldes, madera.

3.3.3. Equipos

- Campana extractora
- pH metro
- Botiquín
- Extintor

3.3.4. Reactivos

- Cal
- Cemento
- Acido clorhídrico
- Hidróxido de sodio

- Indicadores ácido base

3.4. Procedimientos.

Se realizan tratamientos físico-químicos y encapsulados con concreto ciclope.

Para el tratamiento físico químico se usan como reactivos los mismos residuos, p.ej. se usará soda cáustica para neutralizar ácidos.

Para el neutralizado/inertizado y solidificación (tratamiento físico-químico) se diseña una poza de tratamiento impermeabilizada.

3.4.1. Preparación de poza de Tratamiento impermeabilizada.

Se diseña una celda de vertido y se ejecuta en el extremo de la zona denominada “la higuera”, alejado de la zona de encapsulado. La superficie total de la celda construida es de 6.25 m² cuyo fondo es un plano inclinado con un ángulo de 9° delimitado por la cabeza de talud. Todo es humedecido y compactado, luego se cubre con 5 cm tierra cernida compactada y 2 capas de Tarflex pesado de polietileno anclado.

Esta celda de vertido es para la Inertización/Solidificación para un grupo de residuos Inorgánicos. La neutralización se realiza en envases preparados.



Foto 6. Colocación del polietileno en el pozo

3.4.2. Acondicionamiento de zonas de trabajo.

La zona denominada la higuera, se recibió totalmente copada de residuos comunes y residuos tóxicos de los diferentes laboratorios de la facultad, almacenados en diferentes zonas a granel y en cajas de cartón rotas y contaminadas. Se tuvo que hacer limpieza y acondicionar las diferentes zonas de trabajo.



Foto 7. Residuos tóxicos a granel, Foto 8. La higuera con residuos

Se acondicionaron las siguientes zonas:

- Zona para excavación y preparación de la poza de tratamiento
Impermeabilizada con polietileno.
Inertización/Estabilización
- Zona para realizar los encapsulados con concreto.
- Zona para almacenamiento de los residuos para su clasificación.
- Zona transitoria para los encapsulados.
- Zona para el personal.

3.5. Proceso Operativo

3.5.1. Diagrama de flujo del proceso operativo

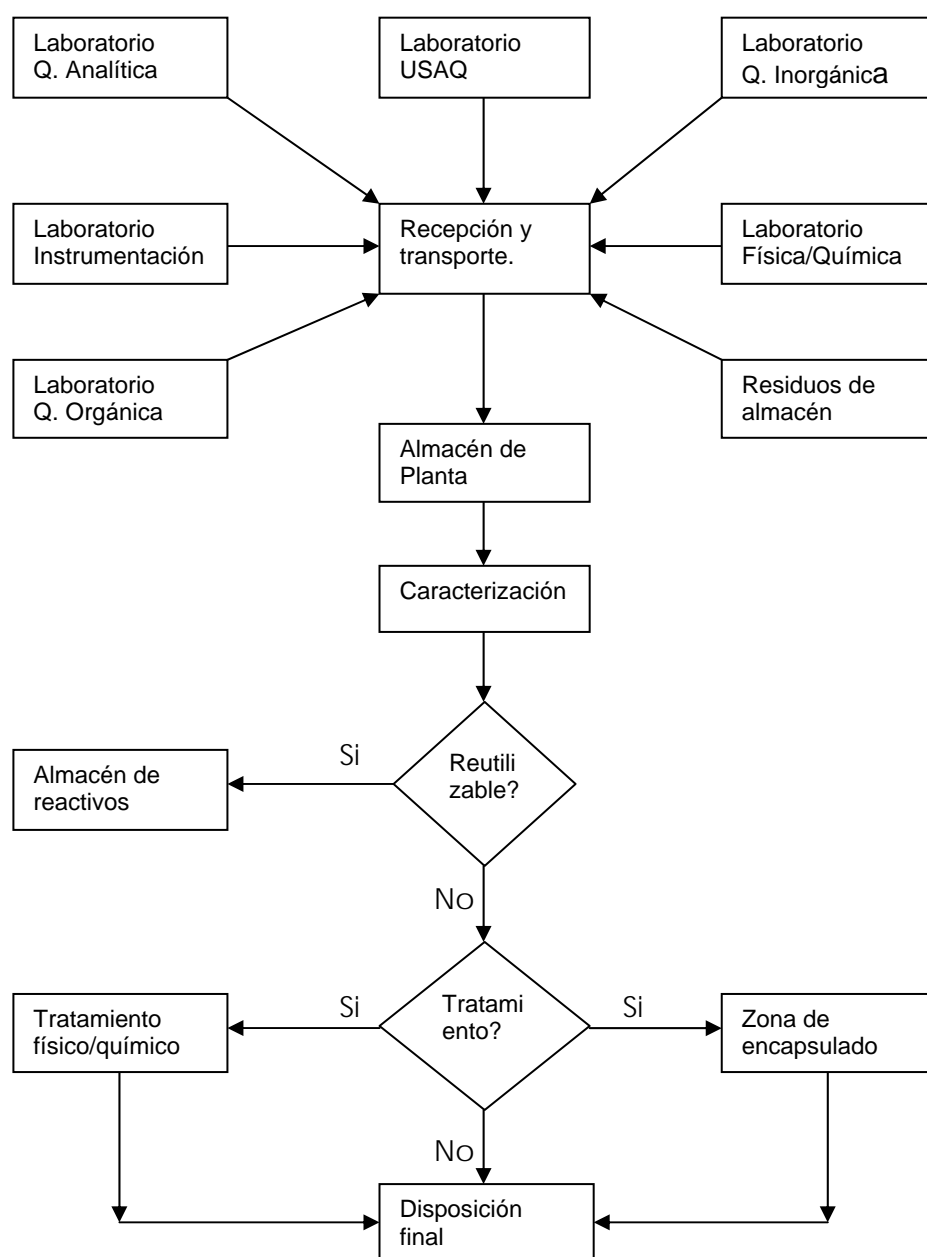


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso operativo

3.5.2. Descripción General del Proceso Operativo.

- Los residuos sólidos y líquidos de los procesos analíticos, no reutilizables, son clasificados de acuerdo a su acidez, basicidad así como si son orgánicos aromáticos o alifáticos y son colocados en envases diferentes y señalizados en cada uno de los laboratorios de la facultad, para su posterior tratamiento. Así mismo se tienen reactivos vencidos, residuos no identificados y residuos que pueden ser reutilizados.



Foto 9. Caja con residuos tóxicos y listado

- Los residuos de los laboratorios que van a pasar a tratamiento se colocan en envases de vidrio bien selladas y cada laboratorio los almacena.
- Para la recolección de los residuos químicos peligrosos, se toman las precauciones para que no se produzcan derrames u otro incidente que pudiera provocar un accidente o impacto ambiental, se tienen en cuenta los procedimientos en base a las normas ISO.
- La Organización recibe del cliente (laboratorio) los residuos tóxicos en embalajes adecuados, previamente recomendadas.
- Igualmente se reciben reactivos vencidos que no pueden ser recuperados como Cianuro de Sodio, Hidróxido de Sodio

(se usa para neutralizar), Hidróxido de Calcio (se usa para inertizar), entre otros.

32

- El Transporte de los residuos tóxicos a la zona de tratamiento desde los laboratorios se hace con sumo cuidado porque un accidente provocaría un gran impacto ambiental y una magnitud del riesgo muy importante.
- El Almacenamiento de todos los residuos químicos en la zona de tratamiento se hace considerando la compatibilidad entre ellos, Anexo 2.
- Durante la caracterización de los reactivos vencidos o residuos químicos peligrosos se encuentran muchos sin etiquetas, o ilegibles, estos van a encapsulado.
- En general de acuerdo a la caracterización se decide si se encapsula o va a proceso físico-químico.
- Si es para encapsular, hay que llevar este reactivo a la zona de encapsulamiento con concreto, 1 de arena, 1 de cemento y 1 de piedra chancada.
- Si es para tratamiento físico-químico; se trata con cal, tierra y finalmente con mezcla de cemento, 1 de arena, 1 de piedra chancada en encofrado.
- El Almacenamiento de los bloques encapsulados y solidificados se hace ordenadamente, se muestrea y se le hace el ensayo con agua de red.
- Estudiar la posible transferencia de residuos encapsulados y de los bloques inertizados/solidificados en agua potable, donde se hace seguimiento del pH y la conductibilidad del agua.
- Los bloques que no presentan acidez o conductibilidad alta o muy baja están listos pero su traslado final en relleno sanitario
- Los bloques que emiten acidez o conductibilidad alta o muy baja se tiene que encapsular con mayor capa de mezcla y llevarlas a relleno sanitario.

3.5.3. Descripción Detallada del Proceso Operativo.

3.5.3.1. Recolección de residuos peligrosos

El cliente (laboratorio) hace la entrega de los residuos tóxicos en los almacenes de su laboratorio en cajas etiquetadas con el listado de su contenido, se hace la verificación y ambos firman el documento de entrega/recepción. Las cajas son colocados en la carreta de transporte y son asegurados para su transporte con operario y supervisor.

3.5.3.2. Traslado y almacenamiento en la planta de tratamiento

Esta actividad se realiza con supervisión constante, cumpliendo con las normas ISO.

En planta los residuos se distribuyen de acuerdo a su procedencia y a la Información de la etiqueta.

3.5.3.3. Caracterización en planta.

En esta etapa se identifican y se define finalmente cual será el tratamiento que recibirá el residuos tóxico. Aquí el residuo puede destinarse para tratamiento físico – químico, como reactivo o para encapsulado, en general todos los que no tienen etiqueta de identificación o no es legible son encapsulados.



Foto 10. Caracterización de residuos

34

3.5.3.4. Ensayos.

Se realizan los ensayos necesarios para determinar las proporciones iniciales de trabajo, y también con la finalidad de que al momento del tratamiento no se emitan productos gaseosos no deseados o cantidades no deseables, para ello de los residuos seleccionados para el proceso de neutralizado/Inertizado se muestrea 10 ml y se pone en vaso de precipitado, donde se neutraliza (control de pH) y se verifica la reactividad, las emisiones y el inertizado/solidificación con Cal, tierra y cemento.

3.5.3.5. Tratamiento físico-químico.

Procedimiento:

Se debe considerar la máxima flexibilidad tecnológica para absorber la heterogeneidad de propiedades y estados físicos que presentan los residuos.

Antes de iniciarse la operación de vaciado de un mismo lote, deberá hacerse las siguientes verificaciones a cada uno:

- Revisar las hojas de seguridad y/o MSDS del residuo.
- Verificar la corrosividad (pH).
- Verificar la presencia de gases inflamables de la forma siguiente:
 - Se extrae una muestra en luna de reloj y se aplica llama a 5 cm, si no inflama, se aplica llama directa.

- Durante el vaciado, se observará el contenido de cada envase, y se comprobará que corresponde al tipo de residuo especificado por el cliente. Es importante observar el calentamiento del residuo, avisando inmediatamente.
- Debe vaciarse solamente el número de envases que sea posible mezclar con tierra para conseguir una mezcla homogénea. El vaciar muchos a la vez dificulta la operación.

35

Es muy importante que el residuo, la tierra y cal, si es el caso, queden bien mezclados.

- Una vez realizada la mezcla se verificará la existencia de puntos calientes, desprendimiento de humos, existencia de gases inflamables, corrosividad, y se determina el momento que será solidificado con cemento.
- Se eligen los reactivos necesarios según sea el tipo de tratamiento, la operación del vaciado se realizará con todos los equipos de protección personal y supervisión constante. Se seguirá el procedimiento de trabajo para el tratamiento de los residuos de acuerdo a sus características.
- Se deja el tiempo necesario para que las reacciones que se producen durante el tratamiento lleguen a su término y se obtenga un producto inerte.

Existen casos en los que la manipulación es compleja por lo que la neutralización se realiza directamente en los envases y después se hace la estabilización. Posteriormente el residuo es estabilizado y pasa a estado sólido en la etapa de maduración (se uso Cal, cemento y agregados).

Quedara completo el tratamiento cuando a una muestra representativa se le hacen los siguientes parámetros básicos:

- Humedad menor o igual al 65%
- Fracción Soluble menor o igual al 10%
- Materia extraíble menor o igual al 6%



Foto 11 y12. Neutralización, Inertización/Estabilización

36

3.5.3.6. Encapsulado.

Los residuos como los pesticidas, residuos orgánicos, inorgánicos muy tóxicos o venenosos como los fosforados, cianuros, arsénicos y otros no identificados son encapsulados. Para ello los envases se envuelven con el plástico retráctil y se preparan los encofrados de madera y plástico para envases pequeños.



Foto 13. Impermeabilización envases, Foto 14. encofrado de encapsulados.



Foto 15 reactivos vencidos.

Se realiza con concreto ciclópeo 1: 10 (cemento: hormigón), el batido de estos materiales (cemento Pórtland tipo 1, o

Cementos Pórtland Tipo V BA de bajo contenido de álcalis (1), piedra chancada (6) y arena gruesa (3)) se hace manualmente con lampa en batea metálica, debiendo efectuarse esta operación por lo mínimo 1 minuto por carga. Sólo se emplea agua potable o agua limpia de buena calidad, libre de impurezas que puedan dañar el concreto. La proporción entre agregados debe garantizar una mezcla con un alto grado de trabajabilidad y resistencia, de manera que

37

se acomode dentro de las esquinas y ángulos de las formas. Se hace una base con concreto de unos 5 cm en el encofrado y luego se colocan los envases con los residuos y se completa y cubre con el resto de concreto, manteniendo una distancia de unos 5 cm por lado.

Como la mezcla es rica en cemento se generara considerable calor de hidratación, el cual puede expulsar la humedad del concreto en el periodo al fraguado. Con este concreto, el curado de agua debe empezar tan pronto como sea posible para compensar cualquier pérdida de humedad y ayudar a disipar el calor.

Se requiere de una baja relación de agua-cemento con suficiente contenido de cemento, compactación adecuada y curado apropiado para producir concreto denso con capilares discontinuos (baja permeabilidad). Dar un acabado al concreto para proporcionar una superficie densa, libre de agujeros y defectos, puede mejorar la resistencia a los químicos.

3.5.3.7. Seguimiento y medición.

De los residuos encapsulados y los que fueron inertizados/solidificados para proporcionar la evidencia de la conformidad se toman muestras según su caracterización y son introducidos en agua de la red dentro de envases de

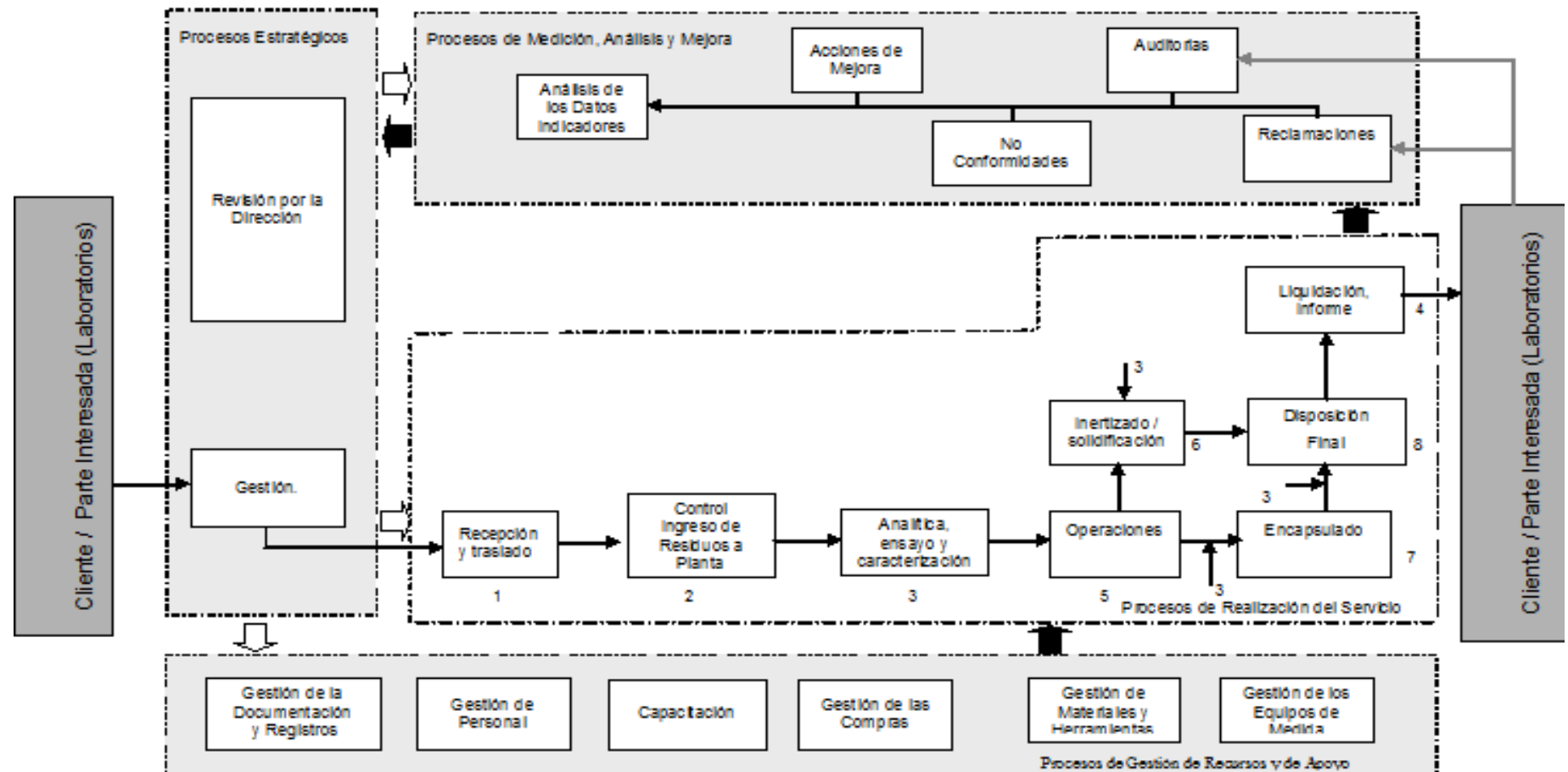
plásticos. Luego se toman muestras del agua cada mes y se les toman mediciones de pH y conductividad para realizar las verificaciones de cambios significativos, si estos valores tuviesen esas variaciones, se harían otras como el DQO y otros específicos de acuerdo al residuo encapsulado.

38



Foto 16 y 17 Ensayos con los encapsulados de pesticidas en agua.

Mapa de Procesos



3.5.3.8. Análisis de Procesos.

Para el análisis de los procesos, se presentaran los Mapeos de procesos, la matriz para identificación y evaluación de los aspectos ambientales, así como la Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles (IPER).

Para la construcción de los mapas, es necesario, además, saber las condiciones de la aplicación de las Normas ISO.

a) Normas ISO 9001.

Se aplica un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión para producir el resultado deseado, o sea un enfoque basado en procesos.

En adelante se aplican los términos Organización al referirse a la unidad que realiza la gestión, cliente y proveedor (subcontratista).

Norma 7.5.1 Control de la producción y de la prestación del servicio

b). Normas ISO 14001.

Para las actividades se tomaran en cuenta los impactos al medioambiente en su magnitud y extensión, se determinaran los aspectos ambientales y se evaluarán para identificar si hay aspecto ambiental significativo.

Norma 4.4.6 Control operacional

El objetivo de este procedimiento es identificar los aspectos e impactos ambientales generados en las actividades y servicios, y determinar cuáles de ellos resultan significativos a partir de criterios de significancia establecidos.

Se procede a evaluar y valorar los impactos a fin de determinar la significancia de los mismos, considerando los criterios siguientes:

Cuadro 1. Frecuencia: Evalúa el número de veces que se Presenta el impacto

Puntaje	Frecuencia	Significado
5	Continuo	Se presenta todos los días durante las horas de trabajo
4	Repetido	Se presenta todos los días en algunas horas del trabajo
3	Regular	Se presenta en algunos días
2	Intermitente	Se presenta muy rara vez
1	Raramente	Casi nunca se presenta

Cuadro 2. Severidad: Evalúa el grado de daño al medio Ambiente

Puntaje	Severidad	Significado
5	Severo / catastrófico	Muy dañino o potencialmente fatal. Gran esfuerzo para corregir y recuperar
4	Serio	Dañino pero no potencialmente fatal. Dificultad para corregir pero recuperable
3	Moderado	Algo dañino, corregible

2	Leve	Pequeño potencial de daño, fácilmente corregible
1	Sin daño	No hay potencial de daño.

Cuadro 3- Magnitud: Evalúa el alcance del impacto considerando
Su extensión

Puntaje	Magnitud	Significado
5	Severo / catastrófico	Daño al medio ambiente o a los bienes de terceros. Extensión zonal o regional.
4	Serio	Riesgo menor al medio ambiente. Extensión local
3	Moderado	Daño menor al medio ambiente, o a bienes de terceros. Extensión Vecinal
2	Leve	Implica daño menor al medio ambiente o bienes de terceros, extensión muy limitada
1	Sin daño	No implica daño al medio ambiente y su extensión no excede los límites de la operación.

Se tomará el valor de cada tabla que represente las características del Aspecto Ambiental y el nivel del Aspecto Ambiental será la multiplicación de c/u de los valores escogidos.

Sé toma la decisión de establecer un valor Límite de 60. Por encima de este valor se convierte el Aspecto Ambiental en Significativo.

También se establecen los registros de cumplimiento de las normas legales.

c). Normas ISO 18001.

Norma 4.4.6 Control operacional.

Objetivo

El objetivo de este Procedimiento es establecer una guía para elaborar los Análisis de Seguridad del Trabajo de cualquier tarea a fin de identificar y/o eliminar las condiciones peligrosas que no están identificadas o aquellas que permanece sin ser corregidas.

- **Definiciones**

Análisis de Seguridad del Trabajo: El Análisis de Seguridad en el Trabajo, constituye un criterio básico para establecer el criterio de seguridad para realizar una tarea. Consiste en un procedimiento escrito diseñado para revisar métodos de trabajo, identificar peligros y recomendar procedimientos seguros.

Procedimiento de trabajo: Es un procedimiento por medio del cual se identifican los riesgos potenciales de accidentes, asociados con cada etapa de un trabajo y produce soluciones tendientes a eliminar o a proveer un resguardo para tales riesgos.

Tarea: Una secuencia definitiva de pasos o actividades separadas que juntos se dirigen a cumplir un fin y en la que participa una persona, quién realiza la labor asignada.

Identificar los peligros y riesgos asociados por paso dado, se empiezan a buscar los peligros y riesgos asociados. El objetivo es identificar a todos, tanto los producidos por el ambiente, como los relacionados con el procedimiento de trabajo. Cada paso, y por consiguiente todo el trabajo, debe hacerse más seguro y eficiente.

Para ello, hacerse a sí mismo las siguientes preguntas respecto a cada uno de los pasos:

- ¿existe algún peligro de golpear contra algo, ser golpeado por algo o entrar en contacto perjudicial con algún objeto?
- ¿puede quedar atrapado el trabajador dentro, sobre o entre algún objeto?
- ¿puede resbalar o tropezar? ¿puede caer a su mismo o a distinto nivel?
- ¿tendrá que esforzarse demasiado para empujar, tirar de o levantar algo?
- ¿presenta peligros al ambiente? (gases tóxicos, vapor, nieblas, humos, polvo, calor o radiación)

En todo caso, se requiere una estrecha observación y buen conocimiento del trabajo. Aquella puede repetirse tantas veces como sea preciso, hasta identificar todos los peligros y posibles accidentes.

Incluir los peligros que pudieran resultar. Anotar el tipo de accidente y el agente implicado. Para anotar que una persona podría lesionarse un pie al dejar caer un extintor, por ejemplo, escribir: "golpeado por extintor".

Consultar nuevamente con el trabajador sometido a

observación una vez que se hayan anotado los posibles peligros y accidentes. El trabajador seguramente podrá sugerir otras ideas. Consultar asimismo con otras personas que tengan experiencia en ese trabajo. Mediante la observación y la discusión se conseguirá hacer una lista fiable de peligros y posibles accidentes.

Esclarecer modos de eliminar peligros y Riesgos asociados para evitar posibles accidentes.

Se debe plantear medidas de control para eliminar o reducir los peligros y sus riesgos asociados para que el trabajo se realice con todas las medidas de seguridad.

Las medidas de control planteadas deben corresponder al peligro identificado. Deben asegurarse de disponer de los elementos necesarios para eliminar y/o reducir los riesgos, caso contrario no se podrá realizar el trabajo.

Las soluciones principales son:

Idear una nueva forma de realizar el trabajo para encontrar una forma totalmente nueva de realizar un trabajo, determinar cuál es el fin del mismo y luego analizar las diversas formas de alcanzar ese fin para ver cuál es la más segura. Tomar en consideración las herramientas y equipo que puedan ahorrar trabajo.

Modificar las condiciones físicas que ocasionan los peligros.

Si no es posible hallar una nueva forma de realizar un trabajo, hacerse esta pregunta para cada peligro o posible accidente enumerado: "¿qué cambio en las condiciones físicas eliminaría el peligro o evitaría el accidente?" (por ejemplo el cambio de herramientas, los materiales, el equipo o la situación).

Eliminar los peligros aun presentes y cambiar el procedimiento de trabajo.

Investigar los cambios que pueden introducirse en el procedimiento de trabajo. Hágase las siguientes preguntas

para cada uno de los peligros y posibles accidentes enumerados: "¿qué debe hacer (o dejar de hacer) el trabajador para eliminar este peligro en particular o posible accidente?" "¿cómo debe hacerlo?". Las respuestas deben ser específicas y concretas si se pretende que los nuevos procedimientos sirvan para algo.

Finalmente, verificar o comprobar los cambios propuestos, volviendo a observar el trabajo y discutiendo los cambios con las personas que tienen que desempeñarlo. Sus ideas sobre los peligros y sobre las soluciones propuestas pueden ser de considerable valor. Ellos juzgarán si los cambios propuestos son factibles y tal vez sugieran mejoras.

Cuadro 4. Método para la Evaluación del Riesgos.

Tabla de valoración de la consecuencia y la probabilidad
--

Valor	Severidad (S)		Probabilidad (P)
	Seguridad	Salud	
1	Lesiones leves, no incapacitantes (se puede atender con primeros auxilios básicos)	Causa disconfort	Muy poco usual (No ha pasado hasta el momento)
2	Incapacidad temporal	Enfermedad reversible	No frecuente, pero probable (Ha ocurrido en otras empresa)
3	Incapacidad permanente parcial	Enfermedad irreversible	Muy probable (Ha ocurrido una vez en nuestro local)
4	Incapacidad permanente total	Enfermedad aguda	Altamente probable (Ha ocurrido repetidas veces en nuestro local)

Tabla de exposición (E)

Número de personas expuestas (Cantidad de expuestos)	Frecuencia		
	Entre 1 y 14 veces al mes	Entre 15 y 30 veces al mes	Más de 30 veces al mes o constantes
1	1	1	2
02 a 03	1	2	3
04 a 05	2	3	4
05 a más	3	4	4

Magnitud del riesgo $M.R. = S \cdot P \cdot E$	Clasificación del riesgo	Criterios de Jerarquización
01 - 08	Tolerable	Mejora continua
09 - 26	Moderado	Acciones necesarias
27 - 47	Importante	Acciones urgentes
48 - 64	Intolerable	Acciones inmediatas

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados.

Mapeo de Recepción de residuos y operaciones.- De acuerdo a las normas ISO 9001. Del grado de satisfacción del cliente.

Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y controles (IPER).- Para procesos de verificación tratamiento y disposición final de residuos peligrosos. De acuerdo a las normas ISO 18001.

Evaluación de Aspectos Ambientales y Determinación de Significancias.- En recepción y traslado de residuos. De acuerdo a las normas ISO 14001.

Aplicada al tratamiento Físico-Químico y encapsulado.- PH y Conductividad eléctrica, de acuerdo a los datos experimentales tomados.

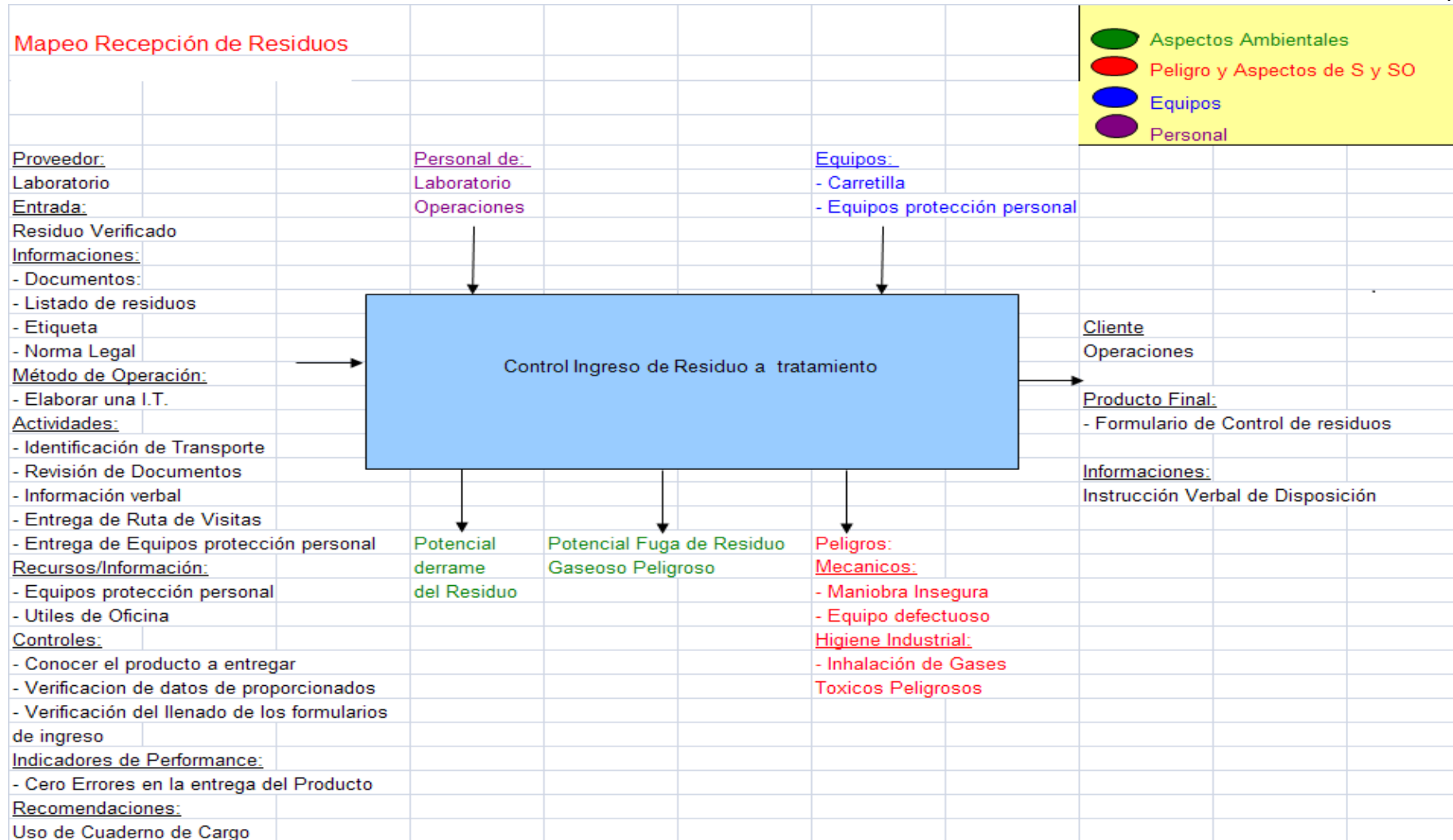


Figura 4. Mapeo Recepción de Residuos

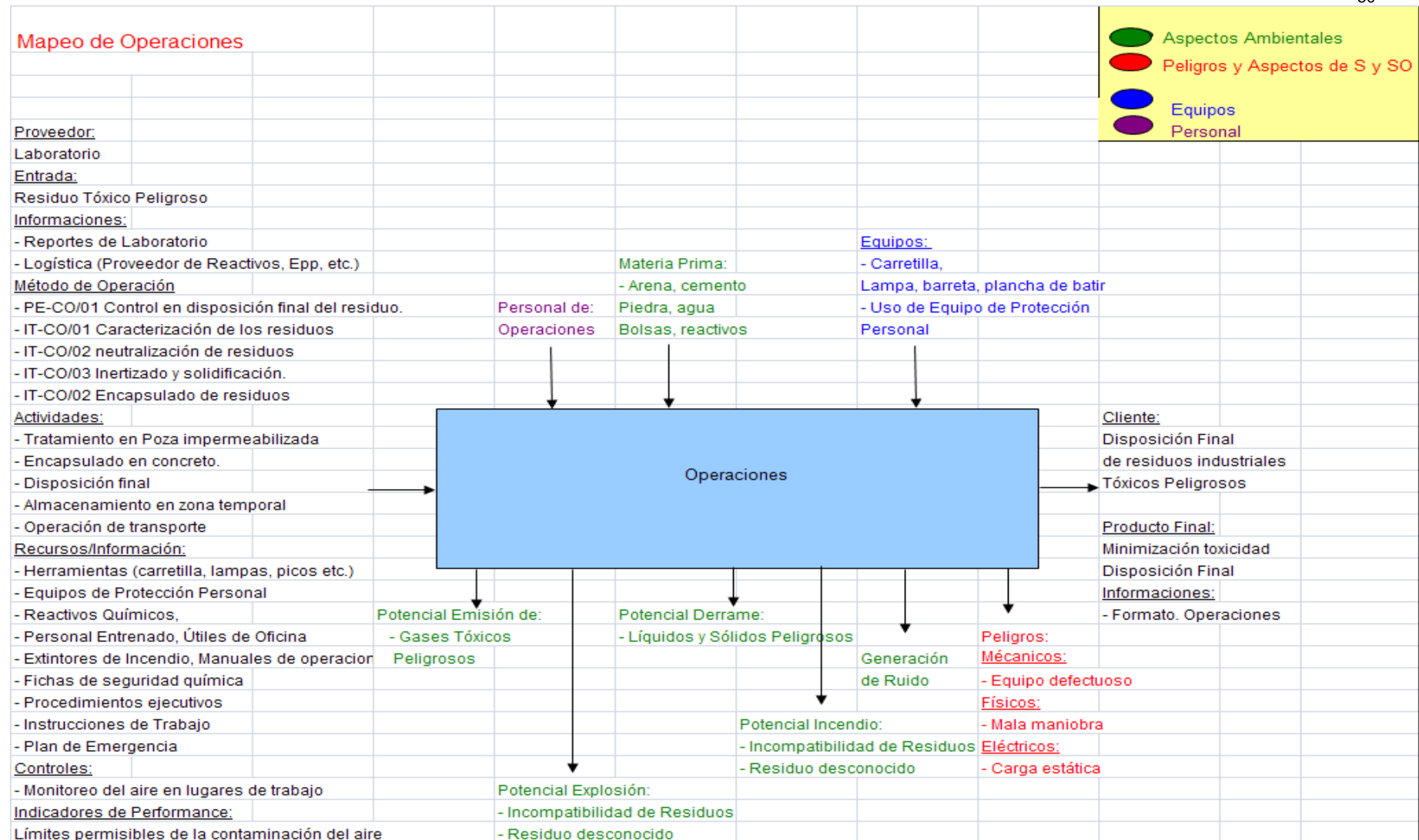


Figura 5. Mapeo de Operaciones

Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles (IPER)

Proceso : Verificación, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)

OWAS (Ovako Working Analysis System), ergonomía y prevención de riesgos laborales.

Método REBA - Rapid Entire Body Assessment, ergonomía y prevención de riesgos laborales.

NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health)

OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

Actividades	Resumen de cargos y tareas / Actividades				Identificación de peligros								Normas Aplicables, LEO, guías, estándares	Evaluación del Riesgo					Medidas de control			
					Tipos de peligros							Consecuencias y/o daños		Factores			Magnitud del riesgo	Clasificación del riesgo	Controles de ingeniería	Controles Adm.	EPP's	Otros controles
	Seguridad			Salud				Severidad	Probabilidad	Exposición												
	Mecánico	Locativos	otros	Físicos	Químicos	Biológicos	Ergonómicos				Psicosocial											
1.-Recepción, transporte y descarga de los residuos de laboratorios	Operario y supervisor	Carguío, traslado y descarga de los residuos de laboratorios	2	8	Movimiento de carretilla							Golpes, heridas	N.A.	1	2	1	2	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
					Movimiento de envases de vidrio							Golpes, contusiones, heridas	N.A.	1	2	1	2	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
						Cargas o apilamientos inseguras (cajas, bolsas, etc)						Golpes, corte, contusiones.	N.A.	1	2	1	2	Tolerable	Si	Si	Si	N/A
							Derrames de líquidos peligrosos					quemaduras de distintos grados; traumatismos y muerte.	N.A.	2	2	1	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
								Estrés				Fatiga, paros respiratorio	Acgih / Osha	1	1	1	1	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
								Corte				Infección, sangrado, contaminación química	Osha	1	2	1	2	Tolerable	N/A	No	Si	N/A
								Humedad				Resfío y problemas respiratorios	N.A.	1	1	1	1	Tolerable	N/A	No	Si	N/A
										Infección bacteriana		Fiebre, inflamación	Osha	1	2	1	2	Tolerable	N/A	No	Si	N/A
									Residuos peligroso			Neumoconiosis, intoxicación, asfixia, alergia, asma, cáncer y muerte	Acgih / Osha	2	2	3	12	Moderado	Si	Si	Si	N/A
											Sobre esfuerzo	Lesión muscular, inflamacion de tendones, hombro, muñeca, mano	Niosh / Owas / Reba	2	2	1	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
											Posturas inadecuadas	Lesión muscular, tension muscular, dolor de cuello en region cervical	Niosh / Owas / Reba	2	2	1	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
												Estrés Organizac.	Insomnio, fatiga mental, transtornos digestivos, transtornos cardiovasculares	N.A.	2	1	1	2	Tolerable	N/A	Si	Si

Figura 6. Identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles (IPER), Recepción y transporte de residuos.

Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles (IPER)

Proceso : Verificación, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)

OWAS (Ovako Working Analysis System), ergonomía y prevención de riesgos laborales.

Método REBA - Rapid Entire Body Assessment, ergonomía y prevención de riesgos laborales.

NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health)

OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

Actividades	Resumen de cargos y tareas / Actividades				Identificación de peligros									Normas Aplicables, LEO, guías, estándares	Evaluación del Riesgo					Medidas de control			
					Seguridad			Tipos de peligros							Consecuencias y/o daños	Factores			Magnitud del riesgo	Clasificación del riesgo	Controles de ingeniería	Controles Adm.	EPP's
	Mecánico	Locativos	otros	Físicos	Químicos	Biológicos	Ergonómicos	Psicosocial	Severidad	Probabilidad	Exposición												
												Responsable del puesto	Actividades ejecutadas			N° de personas Expuestas	N° de horas diarias de trabajo						
2.-Encapsulado de residuo tóxicos (pesticidas, raticidas, desechos orgánicos e inorgánicos)	Supervisor y Operarios	Clasificación, ordenamiento y manipulación de envases con residuos	3	8	Movimiento de carretilla								Golpes, heridas, politraumatismo	N.A.	1	2	2	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
					Movimiento de envases de vidrio								Golpes, heridas, contusiones	N.A.	2	2	2	8	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
					Elementos punzo cortantes sobresaliente								Heridas punzocortantes y cortes	N.A.	3	2	2	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A
						Falta de orden y limpieza							Caidas , golpes y contusiones	N.A.	2	2	2	8	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
							Polvo /garúa						Problemas respiratorios, a la vista	N.A.	2	2	2	8	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
								Humedad					Resfío y problemas respiratorios	N.A.	2	1	1	2	Tolerable	N/A	No	Si	N/A
											Infección bacteriana		Fiebre, inflamación	Osha	1	2	1	2	Tolerable	N/A	No	Si	N/A
									Residuos peligrosos				intoxicación, asfixia, alergia, asma, cáncer y	Acgih / Osha	2	2	3	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A
											Sobre esfuerzo		Inflamacion de tendones, hombro, muñeca, mano	Niosh / Owas / Reba	2	2	3	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A
											Posturas inadecuadas		muscular, dolor de cuello en region cervical	Niosh / Owas / Reba	2	2	3	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A
												Estrés Organizac.	Insomnio, fatiga mental, transtornos digestivos, transtornos	N.A.	2	2	1	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
	Traslado de cemento y agregados (arena gruesa, piedra chancada)	2	4	Movimiento de carretilla								Golpes, heridas, politraumatismo	N.A.	1	2	2	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A	
				Manipulación de herramientas								Golpes, heridas, contusiones	N.A.	1	2	2	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A	
							Humedad					Resfrio y problemas respiratorios	N.A.	2	1	1	2	Tolerable	N/A	No	Si	N/A	
					Superficies defectuosos							Caidas , golpes y contusiones	N.A.	2	2	2	8	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A	
								Polvo				alergias, asma, dermatitis, cancer, muerte	Acgih / Osha	2	2	3	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A	
											Estrés Organizac.	Insomnio, fatiga mental, transtornos digestivos, transtornos	N.A.	2	2	1	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A	

Figura 7. Identificación de peligros, evaluación de Riesgos y Controles (IPER), Encapsulado de residuos tóxicos peligrosos.

Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles (IPER)

Proceso : Verificación, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)

OWAS (Ovako Working Analysis System), ergonomía y prevención de riesgos laborales.

Método REBA - Rapid Entire Body Assessment, ergonomía y prevención de riesgos laborales.

NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health)

OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

Actividades	Resumen de cargos y tareas / Actividades				Identificación de peligros								Consecuencias y/o daños	Normas Aplicables, LEO, guías, estándares	Evaluación del Riesgo					Medidas de control			
					Seguridad			Tipos de peligros							Factores	Magnitud del riesgo	Clasificación del riesgo	Controles de ingeniería	Controles Adm.	EPP's	Otros controles		
	Mecánico	Locativos	otros	Físicos	Químicos	Biológicos	Ergonómicos	Psicosocial															
									Responsable del puesto	Actividades ejecutadas	N° de personas Expuestas	N° de horas diarias de trabajo											
2.-Encapsulado de residuo tóxicos (pesticidas, raticidas, desechos orgánicos e inorgánicos)	Supervisor y Operarios	Preparacion de la mezcla, encofrado y encapsulado del residuo	2	6	Manipulación de herramientas								Golpes, heridas, contusiones	N.A.	1	2	2	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
					Pisos defectuosos (Pisada sobre Elementos punzo cortantes sobresaliente								Golpes, contusiones, traumatismo por caídas a desnivel	N.A.	1	2	2	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
						Falta de orden y limpieza							Caidas , golpes y contusiones	N.A.	2	2	2	8	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
								Humedad					Resfrio y problemas respiratorios	N.A.	2	1	1	2	Tolerable	N/A	No	Si	N/A
							Polvo						Problemas respiratorios, a la vista	N.A.	2	2	2	8	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
									Cemento portland				quemaduras, alergias, asma, dermatitis, cancer,	Acgih / Osha	1	2	3	6	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
										Fierros Oxidados (Tetano)			Enfermedad del tetano	N.A.	2	2	2	8	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
											Sobreesfuerzo		Inflamacion de tendones, hombro, muñeca, mano	Niosh / Owas / Reba	2	2	3	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A
											Posturas inadecuadas		muscular, dolor de cuello en region cervical	Niosh / Owas / Reba	2	2	3	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A
												Estrés Organizac.	Insomnio, fatiga mental, transtornos digestivos, transtornos	N.A.	2	1	2	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
	Fraguado y desencofrado		2	2	Elementos punzo cortantes								Heridas punzo cortantes , cortes	N.A.	3	2	2	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A
								Humedad					Resfrio y problemas respiratorios	N.A.	2	1	1	2	Tolerable	N/A	No	Si	N/A
							Polvo						Problemas respiratorios, a la vista	N.A.	2	2	2	8	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
										Fierros Oxidados (Tetano)			Enfermedad del tetano	N.A.	2	2	2	8	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A
											Posturas inadecuadas		Lesión muscular, tension muscular, dolor de cuello en region cervical	Niosh / Owas / Reba	2	2	3	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A
												Estrés Organizac.	Insomnio, fatiga mental, transtornos digestivos, transtornos	N.A.	2	1	2	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A

Figura 8. Identificación de peligros, evaluación de Riesgos y Controles (IPER), Encapsulado de residuos tóxicos peligrosos.

Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles (IPER)

Proceso : Verificación, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)

OWAS (Ovako Working Analysis System), ergonomía y prevención de riesgos laborales.

Método REBA - Rapid Entire Body Assessment, ergonomía y prevención de riesgos laborales.

NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health)

OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

Actividades	Resumen de cargos y tareas / Actividades				Identificación de peligros									Consecuencias y/o daños	Normas Aplicables, LEO, guías, estándares	Evaluación del Riesgo					Medidas de control			
					Seguridad			Tipos de peligros								Factores					de ingeniería	Adm	EPP's	Otros controles
	Mecánico	Locativos	otros	Físicos	Químicos	Biológicos	Ergonómicos	Psicosocial	Severidad	Probabilidad	Exposición	Magnitud del riesgo	Clasificación del riesgo											
3.-Neutralizado e Inertización Estabilización	Supervisor y Operarios	Utilización de cal, ácidos, soda caustica u otros reactivos de acuerdo al tipo de residuo	3	6	Manipulación de herramientas								Golpes, heridas, contusiones	N.A.	1	2	2	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A	
					Pisos defectuosos (Pisada sobre los residuos)								Golpes, contusiones, traumatismo por caídas a desnivel.	N.A.	1	2	2	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A	
					Elementos punzo cortantes								Heridas punzocortantes y cortes	N.A.	3	2	2	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A	
								Humedad					Resfno y problemas respiratorios	N.A.	2	1	1	2	Tolerable	N/A	No	Si	N/A	
									ácido				Asfiox, quemaduras, alergias, asma, dermatitis, cancer, muerte	Acgih / Osha	3	3	3	27	Importante	Si	Si	Si	N/A	
									Soda caustica				Asfiox, quemaduras, alergias, asma, dermatitis, cancer, muerte	Acgih / Osha	3	3	3	27	Importante	Si	Si	Si	N/A	
									Particulas de cal				Neumoconiosis, asfiox, alergias, asma, dermatitis	Acgih / Osha	2	3	3	18	Moderado	Si	Si	Si	N/A	
									Residuo peligroso (vapores inflamables y/o tóxicos)				Neumoconiosis, asfiox, quemaduras, alergias, asma, dermatitis, cancer, muerte	Acgih / Osha	3	3	3	27	Importante	Si	Si	Si	N/A	
												Posturas inadecuadas	Lesión muscular, tension muscular, dolor de cuello en region cervical	Niosh / Owas / Reba	2	2	3	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A	
												Estrés Organiz.	Insomnio, fatiga mental, transtornos digestivos, transtornos cardiovasculares	N.A.	2	1	2	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A	
Retiro de residuos neutralizado, inertizados y solidificado	Supervisor y Operarios	Carguío, traslado y descarga	2pers.	4hrs.	Movimiento de carretilla								Golpes, heridas, politraumatismo	N.A.	1	2	2	4	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A	
						Pisos defectuosos (huecos, rocas y piedras)							Caidas , golpes y contusiones	N.A.	2	2	2	8	Tolerable	N/A	Si	Si	N/A	
											Sobreesfuerz o	Lesión muscular, Inflamacion de tendones, hombro, muñeca, mano	Niosh / Owas / Reba	2	2	3	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A		
											Posturas inadecuadas	Lesión muscular, tension muscular, dolor de cuello en region cervical	Niosh / Owas / Reba	2	2	3	12	Moderado	N/A	Si	Si	N/A		

Figura 9. Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles (IPER), Tratamiento Físico-químico.

4.1.1. Evaluación de Aspectos Ambientales y Determinación de Significancias.

El objetivo de este procedimiento es identificar los aspectos e impactos ambientales generados en las actividades y servicios, y determinar cuáles de ellos resultan significativos a partir de criterios de significancia establecidos.

Proceso: Recepción y Traslado de residuos



Imagen	Actividades	Aspecto ambiental	Aspecto ambiental relacionado con	Impacta en:	Situación		Incidencia		Evaluación del impacto			Resultado	Significativo		Existencia del Requisito Legal
					Normal	Emergencia	Propio	Tercero	Frecuencia	Severidad	Magnitud		Si	No	
	Entrega y recepción en los laboratorios de FQIQ	Generación de residuos	Cartones contaminados, papel, EPPs en desuso.	Suelos	x		x		1	2	1	2		x	Si
		Consumo de recursos naturales	Papeles, cartones.	Recursos naturales	x		x		1	1	1	1		x	Si
		Emisión a la atmósfera	Emisión de polvo y gases, envases deteriorados.	Aire	x		x		3	2	1	6		x	Si
		Potencial de Incendio/Explosión	Reactivos vencidos con envases defectuosos	Aire		x	x		3	1	1	3		x	Si
		Potencial Derrame	Envases deteriorados, oxidados, mal apilados.	Suelos		x	x		3	2	1	6		x	Si
	Desplazamiento dentro de la facultad	Generación de residuos	Plástico retractil, cartones, EPPs.	Suelos	x		x		2	1	1	2		x	Si
		Consumo de recursos naturales	Agua	Recursos naturales	x		x		1	1	1	1		x	Si
		Emisión a la atmósfera	Residuos con envases defectuosos.	Aire	x		x		2	2	1	4		x	Si
		Potencial de Incendio / Explosión	Emisiones inflamables, Incompatibilidad química.	Aire		x	x		3	1	1	3		x	Si
		Potencial Derrame	Embalaje inadecuado de los residuos, caída por mala	Suelos		x	x		3	2	1	6		x	Si

Figura 10. Evaluación de aspectos ambientales y determinación de significancias, recepción y traslado de residuos.

Proceso: Tratamiento y Disposición de Residuos Tóxicos

Imagen	Actividades	Aspecto ambiental	Aspecto ambiental relacionado con	Impacta en:	Situación		Incidencia		Evaluación del impacto			Resultado	Significativo		Existencia del Requisito Legal
					Normal	Emergencia	Propio	Tercero	Frecuencia	Severidad	Magnitud		Si	No	
	Acondicionamiento de zonas de trabajo	Generación de residuos	Retazos de impermeabilizante	Suelos	x		x		2	2	1	4		x	Si
		Consumo de recursos naturales	Uso de agua	Recursos naturales	x		x		2	1	1	2		x	Si
	Recepción de los residuos	Generación de residuos	Cartones contaminados, EPPs	Suelos	x		x		2	1	1	2		x	Si
		Consumo de recursos	Papeles, madera	Recursos naturales	x		x		2	1	1	2		x	Si
		Emisión a la atmósfera	Residuos mal tapados, emisión de polvo y gases.	Aire	x		x		3	2	1	6		x	Si
		Potencial de Incendio/Explosión	Reactivos vencidos con envases	Aire		x	x		3	2	1	6		x	Si
		Potencial Derrame	Envases deteriorados, oxidados, mal apilados.	Suelos		x	x		3	2	1	6		x	Si
	Traslado de agregados, cemento, insumos	Generación de residuos	Repuesto de máquinas, EPPs.	Suelos	x		x		1	1	1	1		x	Si
		Potencial Derrame	Envolturas de cemento rotas, mal apilados.	Suelos	x		x		1	1	1	1		x	Si

Figura 11. Evaluación de aspectos ambientales y determinación de significancias, Tratamiento y Disposición de residuos tóxicos peligrosos.

Proceso: Tratamiento y Disposición de Residuos Tóxicos




Imagen	Actividades	Aspecto ambiental	Aspecto ambiental relacionado con	Impacta en:	Situación		Incidencia		Evaluación del impacto			Resultado	Significativo		Existencia del Requisito Legal
					Normal	Emergencia	Propio	Tercero	Frecuencia	Severidad	Magnitud		Si	No	
	Clasificación de los residuos	Generación de residuos	EPP's, cartones contaminados.	Suelos	x		x		2	1	1	2		x	Si
		Consumo de recursos naturales	Agua	Recurso natural	x		x		1	1	1	1		x	Si
		Emisión a la atmosfera	Emisión de partículas finas y gases.	Aire	x		x		3	1	1	3		x	Si
		Potencial de Incendio / Explosión	Emisiones inflamables, Incompatibilidad química.	Aire		x	x		2	2	1	4		x	Si
		Potencial Derrame	Envases deteriorados, oxidados	Suelos		x	x		3	2	1	6		x	Si
	Neutralización, inertizado y solidificación.	Generación de residuos	Envases contaminados, herramientas en	Suelos	x		x		2	2	1	4		x	Si
		Consumo de recursos naturales	Agua, agregados.	Recursos naturales	x		x		1	1	1	1		x	Si
		Emisión a la atmosfera	Reacciones químicas en forma de vapores.	Aire	x		x		3	4	4	48		x	Si
		Potencial de Incendio / Explosión	Reacción exotérmica de los residuos	Aire		x	x		3	2	1	6		x	Si
		Potencial Derrame	Envases deteriorados, oxidados	Suelos		x	x		2	3	2	12		x	Si
	Recubrimiento de frascos con residuos.	Generación de residuos	Trapos, restos de plástico.	Suelos	x		x		2	1	1	2		x	Si
		Consumo de recursos	Agua	Recurso natural	x		x		1	1	1	1		x	Si
		Emisión a la atmosfera	Emisión de partículas finas y gases.	Aire	x		x		2	1	1	2		x	Si
		Potencial de Incendio / Explosión	Emisiones inflamables, Incompatibilidad química.	Aire		x	x		2	1	1	2		x	Si
		Potencial Derrame	Caída de frasco, envase	Suelos		x	x		2	1	1	2		x	Si

Figura 12. Evaluación de aspectos ambientales y determinación de significancias, Tratamiento físico-químico de residuos tóxicos peligrosos.

Proceso: Tratamiento y Disposición de Residuos Tóxicos





Imagen	Actividades	Aspecto ambiental	Aspecto ambiental relacionado con	Impacta en:	Situación		Incidencia		Evaluación del impacto			Resultado	Significativ o		Existenci a del Requisito Legal
					Normal	Emergencia	Propio	Tercero	Frecuencia	Severidad	Magnitud		Si	No	
	Encapsulado de residuos tóxicos peligrosos (Encofrado, vaciado de concreto y desencofrado)	Generación de residuos	Envases contaminados, herramientas en desuso, EPPs	Suelos	x		x		2	2	1	4		x	Si
		Consumo de recursos naturales	Agua, madera, agregados.	Recursos naturales	x		x		1	1	1	1		x	Si
		Emisión a la atmósfera .	Reacciones químicas en forma de vapores, gases y	Aire	x		x		3	2	1	6		x	Si
		Potencial de incendio / Explosión	Reacción exotérmica de los residuos	Aire		x	x		3	2	1	6		x	Si
		Potencial Derrame	Rotura de envases	Suelos		x	x		3	2	1	6		x	Si
	Almacenamiento de encapsulados	Generación de residuos	EPPs en desuso.	Suelos	x		x		2	1	1	2		x	Si
		Consumo de recursos naturales, Insumos.	Agua.	Recursos naturales	x		x		2	2	1	4		x	Si
		Emisiones a la atmósfera.	Emisión de partículas.	Aire	x		x		1	1	1	1		x	Si
	Traslado de encapsulados	Generación de residuos	EPPs en desuso.	Suelos	x		x		2	1	1	2		x	Si
		Emisiones a la atmósfera.	Emisión de partículas.	Aire	x		x		1	1	1	1		x	Si
		Potencial Derrame	Caida por mala maniobra.	Suelos		x	x		1	1	1	1		x	Si
	Ensayos de encapsulados	Generación de residuos	EPPs.	Suelos	x		x		1	1	1	1		x	Si
		Consumo de recursos naturales	Agua	Recursos naturales	x		x		1	1	1	1		x	Si
		Emisiones a la atmósfera.	Emisión de partículas.	Aire	x		x		1	1	1	1		x	Si

Figura 13. Evaluación de aspectos ambientales y determinación de significancias, Encapsulado de residuos tóxicos peligrosos.

4.1.2. Aplicada al tratamiento físico-químico y al encapsulado de los residuos de los laboratorios.

Se realizan las mediciones de conductividad y pH al agua, de envases diferentes, que contienen las muestras de los residuos inertizados/solidificados y de los residuos encapsulados.

Si estos valores tuviesen una variación significativa se harían otras como el DQO y otros específicos de acuerdo al residuo encapsulado, los valores obtenidos son:

Cuadro 5. Datos de pH y Conductividad de muestras, 16 de Agosto del 2010

Fecha: 16 de Agosto del 2010		
Muestra	pH	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Encapsulado	9.33	1054
Solidificado	9.15	1179
Blanco	10.57	1022
Agua de red	7.13	835
Temperatura: 19 °C		

Cuadro 6. Datos de pH y Conductividad de muestras, 23 de Agosto del 2010

Fecha: 23 de Agosto del 2010		
Muestra	pH	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)
Encapsulado	10.09	1648
Solidificado	10.13	1578
Blanco	10.09	1239
Temperatura: 18 °C		

Cuadro 7. Datos de pH y Conductividad de muestras, 06 de Setiembre del 2010

Fecha: 06 de Setiembre del 2010		
Muestra	pH	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)
Encapsulado	9.98	1517
Solidificado	9.62	1321
Blanco	10.10	1360
Temperatura: 18 °C		

Cuadro 8. Datos de pH y Conductividad de muestras, 16 de Setiembre del 2010

Fecha: 16 de Setiembre del 2010		
Muestra	pH	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)
Encapsulado	9.34	1316
Solidificado	9.90	1466
Blanco	6.70	1839
Temperatura: 19 °C		

Graficando los datos, obtenemos:

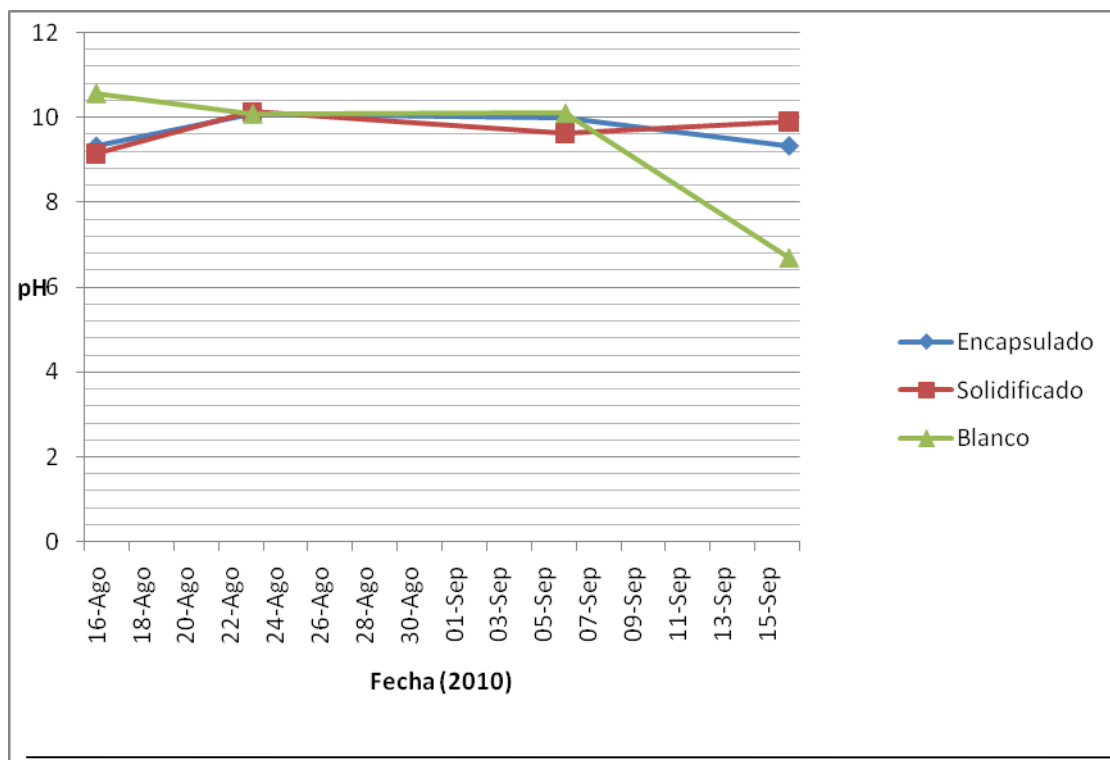


Figura 14. Variación del pH con el tiempo.

El pH del Agua usada (de la red) es: 7.13, al colocar el bloque de concreto sin residuo (blanco) el pH sube a 10 y 11 manteniéndose invariable en ese rango.

Al colocar el bloque muestra conteniendo residuos del grupo 16 (pesticidas, insecticidas, herbicidas) encapsulados con concreto, el pH se mantiene invariable en el rango de: 9 y 10.

Al colocar el bloque muestra conteniendo residuos del grupo 4 (Ácidos inorgánicos y soluciones ácidas con metales) y 6 (Álcalis y sales inorgánicas) El pH del inertizado/solidificado, se mantiene invariable en el rango de: 9 y 10.

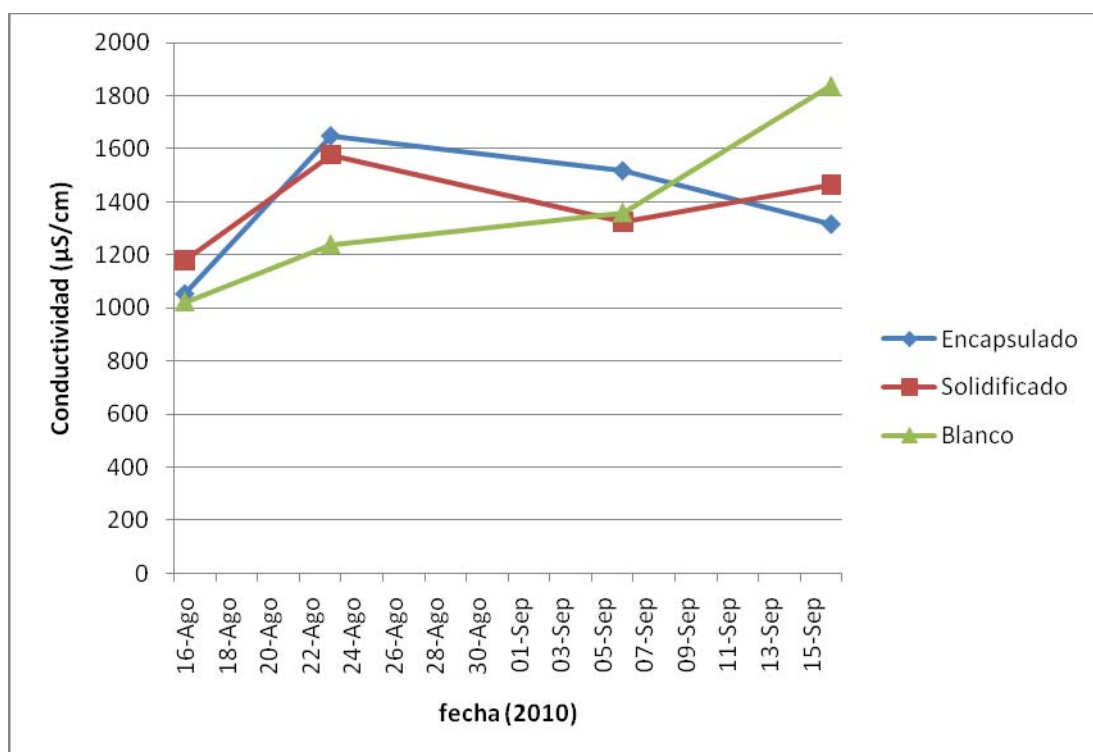


Figura 15. Variación de la Conductividad con el tiempo.

La Conductividad del Agua usada (de la red) es: 835 $\mu\text{S}/\text{cm}$., al colocar el bloque de concreto sin residuo (blanco) la Conductividad se mantiene invariable en el rango de: 1000 a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La Conductividad con el bloque muestra conteniendo residuos del grupo 16 (pesticidas, insecticidas, herbicidas) encapsulados en concreto se mantiene invariable en el rango de: 1000 a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La Conductividad con el bloque muestra conteniendo residuos del grupo 4 (Ácidos inorgánicos y soluciones ácidas con metales) y 6 (Álcalis y sales inorgánicas) inertizado/solidificado, se mantiene invariable en el rango de: 1000 a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La presencia del concreto en el agua hace que aumente el pH por la presencia de los componentes de este en el agua (como Carbonatos), aumentando los iones dentro del rango normal. Si el agua con la muestra se hubiese tornado ácida (pH inferior a 4) tendríamos un mal

encapsulado que permitiría la difusión del residuo a través del mismo, lo mismo si fuese mayor de 13.

63

La presencia del concreto del encapsulado en el agua hace que aumente la presencia de los iones aumentando la conductividad pero con una tendencia a mantenerse en un rango determinado, si tenemos en cuenta que la conductividad máxima para el agua potable es 10055 $\mu\text{S}/\text{cm}$, entonces el rango del encapsulado esta dentro de norma.

4.1.3. Aplicada a la identificación de los peligros, evaluación de riesgos y controles, y al análisis del impacto al medioambiente

De la matriz para identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles (IPER) se tiene que durante la identificación de peligros y evaluación de riesgos se tiene que para el proceso físico-químico, durante la manipulación de los residuos y los reactivos la magnitud del riesgo (27) es importante y por tanto las medidas de control que se deben tomar deben ser resultado de un análisis detallado.

De la matriz para la identificación y la evaluación de los aspectos ambientales, el aspecto ambiental emisiones a la atmosfera por reacciones químicas durante el proceso de neutralización, Inertizado y solidificación se puede convertir en significativo si aumentan las cantidades de residuos en cada batch o hay la presencia de compuestos que produzcan reacciones violentas.

4.2 Pruebas de hipótesis.

De lo hasta aquí desarrollado a lo largo de la presente investigación, con la información expuesta en los anteriores capítulos, se ha podido demostrar las hipótesis planteadas al inicio del presente trabajo como respuesta tentativa a esta investigación.

El análisis y contrastación de las hipótesis nos permite determinar lo siguiente:

64

4.2.1 Hipótesis general.

- **Variable Independiente.** Los generadores de los residuos tóxicos son los laboratorios de Química e Ingeniería Química.

De lo investigado se pudo verificar que los laboratorios presentan deficiencias en la gestión de sus residuos, por la inobservancia de la norma legal respectiva, se comprueba que es a través de la aplicación directa que se materializa el cumplimiento de la base legal.

- **Variable dependiente.** Los residuos tóxicos peligrosos acumulados en los almacenes de los laboratorios.

La cantidad de residuos acumulados se ha venido incrementando de tal manera que los almacenes de los laboratorios estaban saturados, llegándose a depositar en zonas no adecuadas, contrastando con lo dispuesto en las normas legales.

4.2.2 Primera Hipótesis específica.

- **Variable dependiente.** Minimización de la toxicidad mediante el tratamiento físico-químico de residuos de laboratorio.

Del estudio y análisis de la información obtenida en los ensayos a las muestras de los residuos que recibieron tratamiento físico-químico, se pudo evidenciar que en la etapa de investigación, a efectos de determinar la aplicación o no de este proceso, las probabilidades de un resultado exitoso de la misma se eleva considerablemente.

4.2.3 Segunda Hipótesis específica.

- **Variable dependiente.** Minimizar la peligrosidad y la toxicidad mediante el encapsulado en concreto de residuos de laboratorio. Esta alternativa de solución debe ser contrastada con la norma legal que se mencionó.

65

De lo investigado se puede verificar que los residuos tóxicos y peligrosos que no pueden ser tratados por el método físico-químico, pueden ser encapsulados en concreto y dispuestos en relleno, resulta aplicable para cumplir con la norma legal antes mencionada.

4.2.4 Tercera Hipótesis específica.

- **Variable dependiente.** identificación de los peligros, la evaluación de los riesgos y el análisis del impacto al medioambiente. Del análisis del impacto al medioambiente como consecuencia de las actividades para el tratamiento de los residuos mediante la matriz presentada. se pueden identificar muy bien las magnitudes de los impactos y si hay significancias, por lo tanto, la segunda parte de la hipótesis se acepta toda vez que se ha comprobado que la dinámica de las actividades responde a la influencia de dicho análisis.

CONCLUSIONES.

La investigación realizada para la gestión y manejo de los residuos tóxicos peligrosos de los laboratorios de la FQIQ, les permitió llegar a las conclusiones que se exponen a continuación.

1. Para los laboratorios la falta de gestión y manejo de residuos tóxicos peligrosos es de hecho, un problema ambiental de primer orden sobre todo, porque a los desechos acumulados van ligados la contaminación de los suelos, del aire y su consiguiente impacto en la salud del personal.

Es necesario tener un espacio físico específico, adecuado y seguro, así como la necesidad de disponer de personal especializado que tenga entre sus funciones el traslado desde los puntos de generación hasta el almacén y el control de las entradas y salidas de residuos del propio almacén. Se requiere capacitación constante del personal operativo así como supervisión permanente. Los miembros que forman parte de la comunidad universitaria, deben ser formados y sensibilizados en la materia.

2. La presente investigación ha llevado a cabo un estudio aplicado a la gestión y manejo de los residuos tóxicos peligrosos de los laboratorios para examinar y validar los métodos de tratamiento físico-químico y el encapsulado en concreto. El propósito de ello ha sido, por un lado, descubrir cuáles son las pautas que definen el comportamiento de los métodos mencionados y analizar si estos procesos tienen el conveniente marco teórico; y por otro lado, investigar si las estrategias seguidas se ajustan al cumplimiento de las normas legales, y si fuese el caso analizar el origen de las principales diferencias.

3. Para la consecución de los objetivos varias han sido las herramientas metodológicas usadas. En primer lugar, la caracterización de los residuos que nos permite definir el destino de los residuos y nos ha permitido ahondar en los pormenores del proceso, y conseguir una valiosa información cualitativa necesaria a lo largo de todo el estudio.

En segundo lugar la metodología para la preparación, ejecución, seguimiento y obtención de datos que les permite ver en qué medida los factores presentes se ajusten a determinados requerimientos

4. La conclusión principal es que efectivamente las hipótesis se confirman, es posible plantear una alternativa segura de solución al problema de la gestión y manejo de residuos químicos peligrosos generados en los Laboratorios de la Facultad de Química e Ingeniería Química de la UNMSM.

Por lo tanto, los objetivos e hipótesis planteadas en la investigación han sido comprobados experimentalmente.

RECOMENDACIONES.

1. Tratándose de residuos muy peligrosos y en cantidades no industriales se recomienda el proceso de encapsulado, por lo que se pone énfasis en la minimización de la peligrosidad mediante éste proceso.
2. El Área de Medio Ambiente de la Facultad de Química e Ingeniería Química debe crear una base de datos con la relación de los generadores de residuos peligrosos y la caracterización de los mismos. Esta base de datos debe mantenerse actualizada.
3. Los Laboratorios deben tener las hojas de datos de seguridad de todos los compuestos químicos que manipulan (MsDs), deben estar disponibles para todo el personal (profesores y alumnos) en idioma español.
4. Trazabilidad: La gestión de los residuos tóxicos debe iniciarse en los laboratorios con una buena segregación, identificación y almacenamiento de acuerdo a las compatibilidades (Anexo 2), deben hacerse registros que hagan el seguimiento hasta su disposición final.
5. Debido a la gran variedad de residuos tóxicos que se generan, debe optarse por una clasificación en grupos que dé cabida a la diversidad de residuos. Con este sistema se facilitará a los generadores la identificación y clasificación de los mismos como p.ej.:

Grupo 1 Reactivos obsoletos de laboratorios

Grupo 2 Disolventes no halogenados

Grupo 3 Disolventes halogenados

Grupo 4 Ácidos inorgánicos y soluciones ácidas con metales

(Excepto crómico y metales pesados)

Grupo 5 Ácidos orgánicos, sales orgánicas y peróxidos orgánicos

69

Grupo 6 Alcalis y sales inorgánicas

Grupo 7 Aceites, grasas, hidrocarburos y combustibles

Grupo 8 Organohalogenados y organofosforados

Grupo 9 Fenoles y compuestos fenólicos

Grupo 10 Sales y compuestos mercurio, cromo VI y metales pesados

Grupo 11 Sustancias cianuradas

Grupo 12 Varios (amiantos, tubos fluorescentes)

Grupo 13 Desconocidos o altamente peligrosos

Grupo 14 Residuos de determinación de DQO

Grupo 15 Bromuro de etidio

Grupo 16 Biosanitarios y biológicos




Grupo 17 Líquidos de revelado fotográfico

Grupo 18 Pilas alcalinas, salinas y acumuladores de plomo

Grupo 19 Envases vacíos de reactivos y vidrio pyrex

Grupo 20 Residuos informáticos

6. Se recomienda que el generador utilice el material necesario para el correcto envasado y etiquetado de los distintos residuos de acuerdo a los grupos establecidos, p.ej.: Tipos de envases disponibles para la recogida de residuos peligrosos en los laboratorios de acuerdo a lo siguiente:

	Bidones aptos para almacenar residuos punzantes como agujas o Bisturíes.		Bidones de 5 litros de capacidad, de boca estrecha, aptos para almacenar reactivos de laboratorio.
	Bidones de 25 litros de capacidad, con la boca estrecha, aptos para almacenar reactivos de Laboratorio.		Bidones de 16 litros de capacidad con la boca ancha aptos para almacenar pilas.
	Bidones de 30 litros de capacidad, aptos para almacenar residuos peligrosos que se encuentren en estado		Bidones de 60 litros de capacidad, aptos para almacenar residuos peligrosos que se encuentren en estado

	sólido.		sólido.
--	---------	--	---------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. National Association Engineers, Standard TM – 01 --692
2. Propuesta de programas para mejorar la seguridad y minimizar el vertimiento de residuos en laboratorios químicos de la UC. Revista cubana de química, volumen XVII N°3 2005. Autor : Águila Hernández Idelia; herrera Días Alina; Primallis Alberteris Eduardo . Editorial universitaria 2009.
3. Benavides, Livia. Guía para la definición y clasificación de residuos peligrosos, Washington: Organización panamericana de la salud, 2007.
4. Blaquez Vicente. Sonia, Residuos de laboratorio, Alicante: Universidad de Alicante 2004.
5. Propuesta de programas para la gestión de residuos tóxicos generados por reactivos químicos caducos y ociosos en la UC. Revista cubana de química. Volumen 17 N° 3 . 2005. Autor: Escobar Vasquez Jeanete; Aguila Hernandez Idelia, Gasi Juan A. Editorial universitaria 2009.
6. Gadea Carrera, E. (1994) Seguridad en el laboratorio: Gestión de residuos tóxicos y peligrosos en pequeñas cantidades. Notas técnicas de prevención 359 – 1994.
7. Gadea Carrera, E. i Guardino Sola, X. (1990).Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimiento generales. Notas Tecnicas de Prevencion 276- 1991.

8. Massachusetts Institute of Technology (1996), clinical Hygiene pal an Safety Manual. Depertamental of Chemistry. Universidad de Oviedo (1996).

71

9. NTP 461 seguridad en el laboratorio, características de peligrosidad de los productos químicos de uso mas corriente. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene de Trabajo. Ministerio de Trabajo y asuntos sociales de España.
10. Universidad de Concepción. Reglamento de manejo de residuos peligros concepción, chile. Universidades de concepción: 1998.
11. Universidad de Sevilla. Residuos de laboratorio Sevilla: Universidad de Sevilla, unidad de medio ambiente, octubre 2002.
12. Navarro Bellver, Carmen. Procedimiento para la gestión de residuos peligrosos. Valencia: Universidad Politécnica, 2008.
13. La Ley N° 27314: Ley General de Residuos Sólidos y su reglamento:

-D.S N° 012-2009-MINAM: Política Nacional del Ambiente.
14. Ley N° 28611: Ley General del Ambiente, Titulo II, Capitulo 3, Articulo 76° de los sistemas de gestión ambiental y mejora continua.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia.

Cuadro 12. Matriz de Consistencia

Título: Tratamiento de Residuos Peligrosos Generados en los Laboratorios de la Facultad de Química e Ingeniería Química (FQIQ) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
<p>1.1.Problema General</p> <p>¿Qué hacer con la acumulación de residuos químicos tóxicos peligrosos en la facultad de química e ingeniería química?</p> <p>1.2.Problemas Específicos:</p> <p>P₁. ¿Es posible la gestión y manejo de los residuos tóxicos peligrosos de laboratorio?</p> <p>P₂. ¿Cuál es la metodología más idónea para minimizar</p>	<p>2.1.Objetivo General:</p> <p>Plantear una alternativa segura de solución al problema de la gestión y manejo de residuos químicos peligrosos generados en los Laboratorios de la Facultad de Química e Ingeniería Química de la UNMSM</p> <p>2.2.Objetivos Específicos:</p> <p>O₁. Determinar y realizar la actividad técnica operativa de residuos que involucre manipuleo, transporte,</p>	<p>3.1. Hipótesis General:</p> <p>Es posible realizar el tratamiento y disposición final de los residuos acumulados en los almacenes de los laboratorios de la F.Q.I.Q.</p> <p>3.2.Hipótesis Específicas:</p> <p>Primera Hipótesis</p> <p>H₁. hay residuos de los laboratorios que pueden ser minimizados su toxicidad mediante el tratamiento físico-químico y realizar su disposición final en relleno.</p>	<p>4.1. Identificación de Variables:</p> <p>4.1.1. Hipótesis General.</p> <p>V. Independiente: Los generadores de los residuos tóxicos son los laboratorios de química e ingeniería química.</p> <p>V. Dependiente: Los residuos tóxicos peligrosos acumulados en los almacenes de los laboratorios.</p>	<p>5.1.-De la hipótesis General:</p> <p>*Cantidad de residuos tóxicos peligrosos en los laboratorios.</p> <p>*Niveles de emisiones en los laboratorios por los residuos acumulados.</p> <p>5.2.-De las hipótesis específicas 1ª y 2a:</p> <p>*pH y Conductividad tomados en los ensayos de los residuos tóxicos peligrosos solidificados y encapsulados.</p>	<p>6.1.Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicada; busca utilizar los conocimientos adquiridos; experimental, se obtiene información de la actividad realizada.</p> <p>6.2.Nivel de Investigación</p> <p>Aplicativo, plantea resolver el problema cotidiano de los residuos presente en los laboratorios de química</p> <p>6.3.Diseño de Investigación</p> <p>puede ser simbolizado por: R I</p> <p>Donde:</p> <p>R es el residuo e I la información relevante</p>

<p>la peligrosidad de los residuos de laboratorio?</p> <p>P₃. ¿Es posible minimizar las emisiones tóxicas?</p>	<p>tratamiento físico-químico y disposición final.</p> <p>O₂. Determinar y realizar la actividad técnica operativa que involucre manipuleo, transporte de los residuos tóxicos peligrosos, su encapsulado en concreto y disposición final.</p> <p>O₃. Implementar las normas 4.4.6 control operacional de los ISO 14001 y 18001, así como la norma 7.5.1 control de la producción y de la prestación del servicio del ISO 9001, para las operaciones de manipulación y tratamiento de los residuos tóxicos peligrosos.</p>	<p>Segunda Hipótesis H₂. Los residuos tóxicos y peligrosos que no pueden ser tratados por el método físico-químico pueden ser encapsulados en concreto y ser dispuestos en relleno.</p> <p>Tercera Hipótesis H₃. Es posible la identificación de los peligros, la evaluación de los riesgos la implementación de las medidas de control que sean necesarias y el análisis del impacto al medioambiente como consecuencia de las actividades de tratamiento.</p>	<p>4.1.2. Hipótesis Específicas:</p> <p>Primera hipótesis V. Dependiente: Minimización de la toxicidad mediante el tratamiento físico-químico de residuos de laboratorio.</p> <p>Segunda Hipótesis V. Dependiente: Minimizar la peligrosidad y la toxicidad mediante el encapsulado en concreto de residuos de laboratorio</p> <p>Tercera Hipótesis V. Dependiente: identificación de los peligros, la evaluación de los riesgos y el análisis del impacto al medioambiente.</p>	<p>5.3.-De la hipótesis específica 3ª:</p> <p>*Para la evaluación de los riesgos: la severidad, la probabilidad y la exposición.</p> <p>*Para el impacto al medio ambiente: Frecuencia, severidad y magnitud</p>	<p>del residuo tóxico peligroso.</p> <p>6.4. Selección de Técnicas de Investigación.</p> <p>6.4.1. Las Técnicas: Para recopilar informaciones y verificar nuestras hipótesis de trabajo utilizaremos: el análisis documental, La observación sistemática, la experimentación y la entrevista.</p> <p>*El análisis documental, La observación y La entrevista individual se utilizará principalmente para verificar la 1a, 2da y 3ra, hipótesis.</p> <p>6.4.2. Los instrumentos: Para la recolección de datos e informaciones se utilizarán las siguientes: -Potenciómetro, para mediciones de pH -Conductímetro, para mediciones de conductividad (µS/cm) -Termómetros. -Envases para ensayos de inertizados y encapsulados. -Material de vidrio para</p>
--	--	---	--	---	---

					<p>muestreo y análisis. -Cámara fotográfica para toma de evidencias.</p> <p>Elaboración: se pedirán datos a los responsables de los laboratorios, se observaran las condiciones de embalaje, la caracterización y se elaborará la hoja de codificación.</p> <p>Validación: Seran validadas o probadas mediante las pruebas piloto que consiste en aplicar los instrumento a las muestras de lixiviados tomadas de los ensayos a encapsulados e inertizados-solidificados Así mismo se determinará la confiabilidad del instrumento mediante calibración con soluciones patrones.</p> <p>6.4.3. Técnicas de Procesamiento, Análisis e Interpretación de datos.</p> <p>6.4.4. Procesamiento de Datos: Depurar, ordenar, homogenizar, clasificar,</p>
--	--	--	--	--	--

					<p>tabular y graficar los datos.</p> <p>6.4.5. Análisis de Datos: Determinar los parámetros de tendencia central.</p> <p>6.4.6. Interpretación de datos: Se puede interpretar si las hipótesis han sido verificadas o rechazadas, mediante procedimientos de inferencia lógica (la verdad de una coimplica la verdad de la otra).</p>
--	--	--	--	--	---

Anexo 2: Residuos tóxicos peligrosos en los almacenes de los laboratorios de la FQIQ.

(% por laboratorio, 100% = 1,300 Kg.)

Residuo	Unidad de servicios, USAQ	Química Inorgánica	Química Orgánica	Análisis por Instrumentación	Química Analítica	Física-Química
Grupo 1	2	4		3	3	
Grupo 2	1	1				
Grupo 3	4			1		
Grupo 4	7	6				4
Grupo 5	3	4				3
Grupo 6	8	5			4	
Grupo 7						
Grupo 8			5			
Grupo 9						
Grupo 10						
Grupo 11				1		
Grupo 12	6					
Grupo 13	5	4				
Grupo 14	1					
Grupo 15						
Grupo 16	15					

Clasificación en grupos de residuos peligrosos en la FQIQ:

Grupo 1	Reactivos obsoletos de laboratorios
Grupo 2	Disolventes no halogenados
Grupo 3	Disolventes halogenados
Grupo 4	Ácidos inorgánicos y soluciones ácidas con metales (excepto crómico y metales pesados)
Grupo 5	Ácidos orgánicos, sales orgánicas y peróxidos orgánicos
Grupo 6	Álcalis y sales inorgánicas
Grupo 7	Aceites, grasas, hidrocarburos y combustibles
Grupo 8	Organohalogenados y organofosforados
Grupo 9	Fenoles y compuestos fenólicos
Grupo 10	Sales y compuestos mercurio, cromo VI y metales pesados
Grupo 11	Sustancias cianuradas
Grupo 12	Varios, muestras, (amiantos)
Grupo 13	Desconocidos o altamente peligrosos.
Grupo 14	Residuos de cromatografía.
Grupo 15	Bromuro de etidio
Grupo 16	Pesticidas, herbicidas, insecticidas.

Anexo 3: Relación de Residuos Entregados por los laboratorios.

1. Laboratorio USAQ.

Entrega: Percy López

Recibe: Supervisor de Organización.

- Caja Z (Enero 2009 – Setiembre 2009)
Muestras GC, Ectometrín 200, Ultrametrín, Ultramet 600, Expometrín 200, Clorpirifos, muestra de columna, otros residuos de muestras diversos.
- Caja Z (Jul. 2008 – Jul. 2009)
Polialuminio, Co/Mb, Disapig, Cu(OH)₂, otros de muestras y varios residuos de los años 2003 al 2005
- Caja 3 (Nov. 2008 – Jul. 2009)
Polialuminio, metales (Cd+2, Pb+2), MT-AP-404, aceite y diversas muestras líquidas.
- Caja F: (Marzo 2007 – Mayo 2009)
Ácidos Orgánicos, Diazinon, Ultrametrín 600, Cloracetato de etilo, Nitroquinoxalina, Vectrín, otros residuos de muestras.
- Caja N° 4: (Oct. 2008)
Residuos sólidos: muestras de plásticos, telas, etc.
- Caja N° 5: (2008)
Residuos sólidos: muestras de cuero, plásticas, orgánicas, Óxido de Calcio
- Caja N° 6: (septiembre 2004 – Junio 2007)
Aceite mineral, muestra M-01,02, Metamidophos, Cypermetrina técnica, Dimetoato técnico, Usaq 199-03 y 04.
- Caja N° 7: (Feb. 2008)

Residuos sólidos: muestras de Virutas de Cu, Policloruro de aluminio, virutas de latón, fertilizantes, sustratos 376-04, 02 y 03.

- Caja N° 8: (Ene. 2008 – Mayo 2008)

Muestras de: Solución de ácido sulfúrico, Usaq 123-02, Material orgánico de Enersur, Sikament, otros residuos de muestras.

- Caja N° 9: (Set. 2007)

Frascos vacíos de ácido Nítrico y sulfúrico.

- Caja N° 10: (Abril. 2007)

Botellas vacías de muestras de pisco.

- Caja N° 11: (julio 2007)

Propilenglicol, Tripolifosfato, sulfato de calcio, otros residuos de muestras.

- Caja N° 12: (Set. 2005 – Abril 2006)

Glifosfato 48%, Fenitiothion L-50, Usaq 070-01, cypermetrina, Abamectina 082-01, Rotenona 10% c.s.,Esaq 283-01, residuos de cromatograf

- Caja N° 13: (Mayo 2006 – Agosto 2006)

Polimeric Aluminiumchloride, solvente 100, Usaq 211-02 cascol, Paraloid A-11, Palladiun (II) nitrate, ácido carmínico, residuos de cromatografía.

- Caja P: (Oct. 2008 – Set 2009)

Muestras de K-otab 1-2-3 Deltametrina, ácido carmínico cristalizado.

- Caja N° 14: Botella con residuo de pesticida.
- Caja N° 15: (junio 2006)

Residuos de Metamidophos técnico, Stermin, Carbendazin permetrina, Actellic 2%, Kalifol.

- Caja N° 16: (Dic. 2005 – Dic. 2006)

Residuos de cromatografía, Nicarbazina 25%, Clorpyrifos, Azinphos Methyl, Ciper 20, Invetisa, Alfa cipermetrina 10%, Butachlor.

- Caja N° 17: (Set 2007)

Botellas vacías de Pisco, bebidas y de ácido nítrico.

- Caja N° 18: (Enero 2005)

Sulfato de Zinc, Oxicloruro de cobre, oxido cuproso, fosfito, Abonofol.

- Caja N° 19: (Set. 2008)

Glifosfatos, otros residuos ilegibles.

- Caja N° 20: (Feb. 2008 – Set. 2008)

Petpicado, residuos de extracto de coca, Adbs-N, Oleoresina de p  prica

- Caja N° 21: (Mayo 2004 – Nov. 2005)

Muestras de Hisa, Azufre, Stepan BTC8358, Extracto ERT, Buprofesin 25%, Nitrato de Plomo.

- Caja N° 22: (Julio 2003 – Abril 2007)

Sulfak, polipropileno, parafina, aditivo MR, Dodigen 226, Sulfato ferroso, Hidrasol.

- Caja N° 23: (Marzo 2008 – Dic. 2008)

Residuos de muestras de: Rapibrot, Policloruros,   cido sulfúrico, solución de Amoniaco, aceite, silicón, Califol, fertilizante, Abonofol, yeso, óxidos, pegamento.

- Caja N° 2AA: (Enero 2007 – Abril 2007)

Residuos de virutas, fértil, óxido de zinc, Abonofol, Kling, Deterzimatic.

- Caja N° 24: (Jul. 2007 – Dic. 2007)

Residuos de Usaq 184-04 y otros ilegibles.

- Caja N° 25: (Ago. 2007)

Metalaxil 98% tec., Diazinon, Clarcx 10% EC, Metamidophos, endosulfanfontec phyllum, matanox 20%, Alfacypermetrina, Metamidophos, pentacloronitobenceno tec., cipermetrina, insecticida, Imidaclopria, Galionil, Cipermetrina 20%, Clorvex 48%.

- Caja N° 26: (Marzo 2006 – Ago. 2006)

Ectomethrin, Diazinox, Bovimec 3%, Teniquantel, Trifen 17, otros ilegibles.

- Caja N° 27: (julio 2008)

Al₂O₃, yeso, Carbonato, Soda cáustica, viruta metálica, otros ilegibles.

- Caja N° 28: (Mayo 2008)

Residuos de muestras de Procampo, Piura.

- Caja N° 29: (Nov. 2005)

Ciromazina 75%, Cypermetrina, Fenitrathion, Carbanyl, Metalaxil.

- Caja N° 30: (Feb. 2004), Ecolab

Heptamolibdato de amonio, Formiato de sodio, Sulfato de aluminio, Sulfato de Cd hidratado, nitrato de bario, CaCo₃, Molibdato de amonio, Oxalato de Se.

- Caja N° 31: (Feb. 2003 – Marzo 2007)
Butaclor, Clorpirifos, S-Kemata, Buprofezin 25%, Diatrex 5%, Botram, Fitoklin, Captan.
- Caja N° 32: (Abril 2008)
Hidróxido de aluminio, Agriphos, otros ilegibles.
- Caja N° 33: (Feb. 2008)
Residuos de Policloruros, Abonofol, muestras ácidas.
- Caja N° 34:
Acephate, Alfacipermetrina, Buprafesin técnico, Comoxanil, Cyromazina, Fipronil, propineb.
- Caja N° 35: (Enero 2007 – Feb. 2007)
Residuos de Usaq 046-01, Cu 46%+Cimaxanil 6%, Fertil Paw, Fosfato di amónico, urea, Fosfol.
- Caja N° 36: (Abril 2008)
Sulfato de aluminio, Gluconato de almidón.
- Caja N° 37:
Residuos de herbicidas.
- Caja N° 38: (Enero 2005 – junio 2006)
Gusadrin 2.5%, Nethalaxyl 98%, Oxicloruro de cobre, hidróxido de cobre, Methonil,
Fongoquil, Sulfato férrico, Soda, Bixina, Captan, botellas con pesticidas y otros residuos ilegibles.
- En la higuera: (Mayo 2005)
- A granel, sueltos, 40 frascos con residuos de pesticidas.

2. Laboratorio Química Analítica.

Entrega: Prof. Rosa Aguirre.

Recibe: Supervisor de Organización.

03 Cajas con residuos y reactivos vencidos: Óxido de plomo, Arsénico, Fierronitrato, Cloruro férrico, Cloruro de zinc, Nitrato de plata, Sulfocianuro de potasio, Alúmina, Sulfato de hierro, Tunstano de sodio, Sulfato de Ce y

NH₄, Óxido de níquel, Peróxido de bario, Ni(NO₃)₂, Sulfato de manganeso, Sulfato de cobre, Arseniato, Tiosulfato de potasio, Níquel, Bromuro de amonio, KA(SO)₄, CaF, Nitrato básico de Bi, Na.NH₄.HPO₄, Antimoniato de potasio, otros residuos.

3. Laboratorio Química Inorgánica (Desarrollo).

Entrega: Prof. María Lino.

Recibe: Supervisor de Organización.

01 Caja conteniendo residuos de Desechos de Vanadio, desechos orgánicos, Desechos ácidos, Desechos neutros, Desechos Inorgánicos, desechos de acetona, desechos de tolueno.

4. Laboratorio Química Inorgánica.

Entrega: Prof. Edmundo Estrada, Galarreta.

Recibe: Supervisor de Organización.

01 Caja conteniendo residuos y reactivos vencidos: Desechos de Arseniato de cobre, Fosfato de aluminio, Arsenito de cobre, Pirofosfato de aluminio, Cloruro de cobre, Titriplex de Mg, Silicato de aluminio, Sulfuro cúprico, Acetato de calcio.

Residuos en la higuera:

Desechos de cloruro de amonio, Efetonina, colessterina, Fosfato de sodio y amonio, Silicato de Mg, Tiosulfato de Mg, ácido fosfórico, Lactato Strontium, ácido láctico, Efedrina, borotartrato de K, Nucleinato de Na, Agar, Carbonato de fierro, solución de níquel y otros no legibles.

5. Laboratorio Análisis por Instrumentación.

Entrega: Prof. Rosa Aguirre Medrano.

Recibe: Supervisor de Organización.

01 Caja conteniendo residuos y reactivos vencidos: Hidróxido de sodio, Ditionito de sodio, Cianuro de sodio, Hidróxido de potasio, Anhídrido acético, Cloroformo, otros reactivos vencidos no legibles.

6. Laboratorio Física-Química.

Entrega: Prof. Nora Rojas.

Recibe: Supervisor de Organización.

01 Caja conteniendo desechos Orgánicos, ácido clorhídrico, solución de cobre

Alcalino, desechos varios sin etiquetas.

7. Laboratorio Química Orgánica.

Entrega: Prof. Marco Guerrero.

Recibe: Supervisor de Organización.

01 Caja conteniendo desechos Orgánicos varios y desechos fosforados.

Anexo 4: Registros de Cumplimiento Legal



Registros de
cumplimiento legal.xls

Anexo 5: Cuadro de Compatibilidades.



"Cuadro de
Compatibilidades.xls"

ANEXO 4: Cuadro 13. Registros de Cumplimiento Legal

Registro de Evaluación del Cumplimiento de los Requisitos Legales

Aspecto ambiental: Consumo de Recursos Naturales	
Requisito / Norma aplicable: Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de	
Alcance del requisito: Art. 28 de la Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales	
Obligaciones / Prohibiciones / Límites impuestos	Cumple
Los Recursos Naturales deben aprovecharse en forma sostenible , implica manejar racionalmente los recursos naturales	Si
Autoridad Reguladora: El Estado Peruano	
Observaciones:	

Firma:

Fecha: 2010

Nombre: Ing. Juan Edmundo Estrada Alarcón

Registro de Evaluación del Cumplimiento de los Requisitos Legales

Aspecto ambiental: Emisiones a la Atmosfera	
Requisito / Norma aplicable: 1.- D.S. Nº 258 - 75 - S.A. 2.- Ley Nº 27314, Ley General de Residuos Sólidos	
Alcance del requisito: Art. 89 de la Ley Nº 27314 Art. 117, de la Ley General del Ambiente	
Obligaciones / Prohibiciones / Límites impuestos	Cumple
Los controles de las emisiones se realizarán a través de los límites máximos permisibles	Si
Deberá realizarse el monitoreo periódico del material particulado con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (PM - 2.5), con el objeto de establecer su correlación con el PM 10	Si
Se establecen Límites Máximos Permisibles de Agentes Químicos en los Ambientes de Trabajo Tabla I : 409 Valores Límites Permisibles de Agentes Químicos Tabla II: 45 Valores Límites Permisibles de Agentes Químicos	Si
Autoridad Reguladora: Dirección General de Salud Ambiental DIGESA / Ministerio de Trabajo / Ministerio de Salud	
Observaciones:	

Firma: _____

Fecha: 2010

Registro de Evaluación del Cumplimiento de los Requisitos Legales

Aspecto ambiental: Emisión de ruido y vibración	
Requisito / Norma aplicable: 1.-Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para el	
Alcance del requisito: Art. 3 Disposición Complementaria del D.S. Nº 085-2003 P.C.M	
Obligaciones / Prohibiciones / Límites impuestos	Cumple
Zonas críticas de contaminación sonora: son aquellas zonas que sobrepasan un nivel de presión sonora continuo equivalente de 80 DbA	Si
Autoridad Reguladora: Consejo Nacional de Ambiente CONAM	
Observaciones:	

Firma:

Fecha: 2010

Nombre: Ing. Juan Edmundo Estrada Alarcón
Nombre: Ing. Juan Edmundo Estrada Alarcón

Registro de Evaluación del Cumplimiento de los Requisitos Legales

Registro de Evaluación del Cumplimiento de los Requisitos Legales

Aspecto ambiental: Generación de Residuos Sólidos no peligrosos	
Requisito / Norma aplicable: 1.- Ley N° 27314, Ley General de Residuos Peligrosos 2.- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos	
Alcance del requisito: Art. 15 Clasificación de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Peligrosos	
Obligaciones / Prohibiciones / Límites impuestos	Cumple
1.- Clasificación de los Residuos	Si
2.- Esta Prohibido la disposición final inapropiada de los residuos	Si
3.- El manejo de los residuos sólidos debe ser ambientalmente y sanitariamente	Si
Autoridad Reguladora: Dirección General de Salud Ambiental DIGESA	
Observaciones:	

Firma: _____

Fecha: 2010

Nombre: Ing. Juan Edmundo Estrada Alarcón

Aspecto ambiental: Generación de Residuos Sólidos Peligrosos	
Requisito / Norma aplicable: 1.- Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos 2.- Ley N° 26842, Ley General de Salud	
Alcance del requisito: Art. 22, 23, 24, 25, 27, 32, 37, 38, 61, 115 de la ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos	
Obligaciones / Prohibiciones / Límites impuestos	Cumple
El que causa un daño durante el manejo de residuos sólidos peligrosos está obligado a repararlo	Si
Los envases que han sido utilizados para almacenamiento o comercialización de sustancias o productos químicos peligrosos, son considerados residuos peligrosos	Si
En el manejo y disposición de sustancias y productos peligrosos, deben tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humano, animal o ambiental	Si
Autoridad Reguladora: Dirección General de Salud Ambiental DIGESA	
Observaciones:	

Firma: -----

Nombre: Ing. Juan Edmundo Estrada Alarcón

Fecha: 2010

87

Registro de Evaluación del Cumplimiento de los Requisitos Legales

Aspecto ambiental: Potencial Derrame	
Requisito / Norma aplicable: 1.- Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos	
Alcance del requisito: Art. 37 de la ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos	
Obligaciones / Prohibiciones / Límites impuestos	Cumple
Si se produce un derrame, incendio, explosión, se debe tomar inmediatamente las medidas indicadas en el plan de contingencia	Si
Así mismo deberían comunicar, dentro de las 24 horas siguientes de ocurridos los hechos a DIGESA	Si
Autoridad Reguladora: Dirección General de Salud Ambiental DIGESA	
Observaciones:	

Firma:

Fecha: 2010

Nombre: Ing. Juan Edmundo Estrada Alarcón